Insektenkunde

Hermann Julius Kolbe


ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
VE
RI
TAS



Insektenkunde

von

Professor H. J. KOLBE

Custos an der zoolog. Sammlung des Kgl. Museums für Naturkunde zu Berlin.

Mit 324 Holzschnitten.



BERLIN.

Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Vorrede.

Es soll der Zweck dieses Buches sein, sowohl dem in der Erkenntnis Fortgeschrittenen eine Uebersicht über Alles zu bieten, was zur Insektenkunde gehört, als auch Lehrern, Studierenden und Schülern, sowie allen Freunden der geflügelten Kleintiere als Leitfaden zu dienen, bezw. sie in die Kenntnis der Insekten einzuführen.

Die Freude an der Natur und ihrem Inhalt ist eine sehr allgemeine, und eine gewisse Art von Naturbetrachtung finden wir schon bei älteren Völkern. Verständnis für die Natur oder einzelne Zweige ihres Lebensbaumes ist freilich seltener als blosse Hinneigung und Betrachtung.

Zu denjenigen Kleintieren, welche gemeiniglich die Aufmerksamkeit in weiterem Umfange erregen, gehören die Kerbtiere im Flügelkleide, namentlich die Schmetterlinge, Fliegen, Immen und Wasserjungfern, dann die mehr kriechenden und laufenden als fliegenden Sechsfüsser, nämlich die Käfer. Während diese und andere Gruppen meist unser Wohlgefallen wachrufen, verabscheuen wir jedoch solche, welche wir wegen ihrer Zudringlichkeit oder wegen ihrer dem Haushalte der Menschen schädlichen Wirkungen für unsere Feinde halten.

Jetzt wie schon früher suchen viele unserer Mitmenschen ihre Mussestunden mit dem Sammeln und Betrachten bevorzugter Gruppen der reizenden Insektenwelt auszufüllen. Obgleich sie hierbei viel Liebe zur Sache und Verständnis bekunden, so hat dennoch die Mehrzahl der übrigen Menschen hierfür keine oder zu wenig Einsicht, um eine solche Beschäftigung zu würdigen. Sagte doch schon der berühmte Aristoteles vor mehr als 2200 Jahren, dass es unbillig sei, die Beschäftigung mit diesen geringen Tierlein auf eine kindische Art zu verachten; denn alles in der Natur sei ja bewunderungswürdig.

Forschende Geister, welche tiefer in die Natur alles Seins einzudringen suchten, haben es von jeher als eine Lust empfunden, die kleinere Tierwelt ihrem Streben nach Erkenntnis sich dienstbar zu machen. Ich erinnere nur an Naturforscher älterer Zeit, namentlich an Conrad Gessner (1516—1565), Ulysses Aldrovandus (1522

bis 1605), Swammerdam (1637—1685), Redi (1626—1697), Malpighi (1628—1694), Leeuwenhoek (1632—1723), Réaumur (1683—1757), Linné (1707—1778) u. A.

Die Zahl der Naturforscher der Vergangenheit und Gegenwart ist nicht gering. Sie haben uns in ihren Werken die Früchte ihres Suchens und Denkens mitgeteilt. Die Wissenschaft hat namentlich im gegenwärtigen Jahrhundert nicht nur unendlich an Breite, sondern auch an Tiefe gewonnen. Wir stehen längst auf dem Punkte, von dem aus wir die Natur als etwas Einheitliches ansehen; die grosse Mannigfaltigkeit der Tier- und Pflanzenformen, der Stoffe und der Weltkörper zeigt innerhalb der Gruppe einen oder einige Typen: alle die zahlreichen Formen lassen sich auf eine oder einige Grundformen zurückführen. Diese Einheit des Naturgedankens macht sich innerhalb der Klasse der Insekten (auch mit Einschluss der Myriopoden) ganz besonders geltend. Die Wissenschaft steht ganz im Zeichen dieser Naturanschauung.

Die denkende Mit- und Nachwelt, welche den Arbeitern auf dem Felde der Wissenschaft Bewunderung und Dank zollt, und aufmerksam ihren Fingerzeigen folgend sich mitfreut an den der Natur abgelauschten Geheimnissen: sie verlangt darnach, in die Naturerkenntnis eingeweiht zu werden. Die Freunde der Natur, und in diesem Falle der Welt der geflügelten Kleintiere, suchen nach Mitteln und Wegen, selbst sich zu bethätigen, und der angehende Forscher bedarf eines Haltes, um nicht im Ungewissen zu tappen.

Von dem Herrn Verleger aufgefordert, ein Buch zu verfassen, welches in die Kenntnis der Insekten einführe und in seiner Fassung sich sowohl für Lehrer und Lernende, als auch für die zahlreichen Freunde der Insektenkunde eigne, gelangte ich bald zu der Einsicht, dass die Herausgabe eines solchen Werkes ein durchaus nicht überflüssiges Beginnen sei.

Ein in die Kenntnis der Insekten einführendes Buch muss, auf dass sich mit der Kenntnis zugleich die Erkenntnis verknüpfe, etwa nach folgenden Gesichtspunkten behandelt sein:

1. Anlehnung an die übrige Tierwelt; denn die Insekten sind ja nur ein Teil des Ganzen.
2. Uebersicht über die äussere und innere Beschaffenheit des Insektenkörpers in vergleichender Betrachtung.
3. Beschreibung aller Körperteile und deren Lebensthätigkeiten.
4. Entwicklung der Insekten im Ei und nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei; die allmähliche Ausbildung der einzelnen Körperteile, der inneren und äusseren, bis zur Ausbildung des entwickelten Tieres.
5. Uebersicht über die verschiedenen Insektengruppen, Ordnungen, Familien, Gattungen.

6. Lebensweise und Einfluss der umgebenden Natur auf die Insekten
7. Das geistige Leben und Empfinden der Insekten.
8. Krankheiten der Insekten.
9. Lebensbedingungen, Vorkommen und Verbreitung der Insekten über die Erde. Die Insekten während der Urzeit.
10. Geschichte der Insektenkunde.
11. Schädlichkeit und Nützlichkeit der Insekten für den menschlichen Haushalt.
12. Hinweise auf die hauptsächlichen Werke und periodischen Schriften, welche die Insekten betreffen.
13. Nützliche Winke für die Beschäftigung mit diesen Tieren, als Sammeln, Herrichtung für die Sammlung, Aufbewahrung der Insekten; Angabe der Hilfsmittel zur Bestimmung der Insekten, Untersuchungsarten der äusseren und inneren Körperteile, Aufbewahrung der anatomischen Präparate.

Da der praktische Wert der Insektenkunde im Leben der Menschheit in den Vordergrund zu treten scheint, so ist auch dieses Kapitel wohl zu beachten. Denn bei der Anerkennung des geistigen, sittlichen und erziehlichen Wertes, welchen die Beschäftigung mit den Dingen der Natur hat, fordert der Besitzer von Feld und Wald rauh Abwehrmittel gegen die Plage, welche viele in Menge auftretende Insekten durch Zerstörung von Früchten und Holz verursachen; er sucht zu erhalten, was er mühsam zu seines Leibes Nahrung und Notdurft verwerten will. Diese Seite der Insektenkunde, der auch die Landesregierungen Beachtung schenken, ist vielfach, wenn auch noch nicht genügend, gepflegt; denn sie erfordert umfassende praktische Erfahrung.

Die Abwehr und Vernichtung der Schädlinge möge aber zurücktreten gegen die Forderung, dass, da die Empfindungen und Verrichtungen vieler Insekten den unsrigen so ähnlich sind, an ihnen, soweit sie harmlos sind, Mitleid und Schonung geübt werde, was zu befürworten gleichfalls Zweck dieser Arbeit sein soll.

Bei der Abfassung des Buches war ich bestrebt, den in der umfangreichen Litteratur der meisten Kulturländer niedergelegten Ergebnissen der Naturforschung, insoweit sie sich auf die Klasse der Insekten beziehen, Rechnung zu tragen. Doch konnte es nicht in dem Rahmen des Buches liegen, ein Kompendium der Entomologie zu liefern; es darf vielmehr nur das Generelle dem Stoffe des Werkes zu Grunde liegen. Streng diesem Grundsatze zu folgen, schien indess wieder nicht angängig; denn es verleiht der Darstellung mehr Reiz, wenn auch spezielle Dinge eingeflochten werden, und ferner sind wir in manchen Punkten noch nicht viel über die Kenntnis des Speziellen hinausgekommen.

Der vorliegende Band enthält die Lehre über die Form und

Beschaffenheit des Körpers und seiner Teile und über die Formen der inneren Organe (Morphologie), sowie über die Lebensthätigkeit des Körpers und seiner äusseren und inneren Teile (Physiologie).

In der Anordnung und Behandlung des Stoffes habe ich mir kein Vorbild als Muster genommen. Es schien mir gut, den Stoff möglichst zu zergliedern und bis ins Kleinste kapitel- und abschnittweise zur Darstellung zu bringen; ferner den einzelnen Kapiteln und Abschnitten je ein einschlägiges Litteraturverzeichnis beizugeben, um weitere Studien des Lesers in den betreffenden Kapiteln zu erleichtern und zu befördern.

Die Textfiguren sind grösstenteils Originale.

Die günstigen Beurteilungen, welche bereits die einzelnen Lieferungen des Buches erfahren haben, sowohl in allgemein naturwissenschaftlichen und entomologischen, als auch in pädagogischen Zeitschriften, sowie in liebenswürdigen Zuschriften an mich, lassen mich hoffen, dass der nun fertige Band allseitig freundlich aufgenommen werden wird.

Berlin, im August 1893.

H. J. Kolbe.

Inhalts-Verzeichnis.

I. Allgemeines.

II. Der Körper der Insekten und seine Teile (Morphologie), sowie deren Lebensverrichtungen (Physiologie).

I. Allgemeines.

1. Die Zellen als die kleinsten Lebenszentren der lebenden Wesen.

a. Die Beschaffenheit der Zellen.

Untersuchen wir unter dem Mikroskop die Weichteile eines zergliederten Tieres (oder das Innere einer Pflanze), so erkennen wir bald, dass dieselben alle aus kleinen rundlichen oder eckigen, bläschenförmigen Teilen zusammengesetzt sind. Das sind die Zellen. Diese bilden in schichtenförmiger Lagerung die Organhüllen und sind dann nach aussen und innen von einer gemeinsamen Haut begrenzt, oder sie sind röhrenförmig zusammengelagert und in dieser Lagerung nach aussen von einer zarten Haut umgeben und innen gleichfalls mit einer gemeinsamen, einen Kanal bildenden Haut ausgekleidet. Manche Zellen sind einzeln den Organen eingefügt oder klumpenförmig geballt. Untereinander sind die Zellen der Organe durch einen zwischenliegenden Stoff, die Interzellularsubstanz, verbunden.

Eine Zelle ist die kleinste Einheit eines Tieres oder einer Pflanze.

Die Zellen sind meist sehr klein und nur bei starker optischer Vergrösserung erkennbar. Sie bestehen gewöhnlich aus der äusseren Grenzhaut (der Zellmembran), der Zellflüssigkeit, dem Kerne und den in diesem enthaltenen Kernkörperchen.

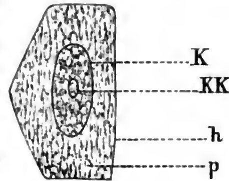


Fig. 1. Zelle aus den malpighischen Gefässen einer Holzlaus, *Stenopsocus immaculatus*. Orig. — h, Zellmembran; K, Kern; KK, Kernkörperchen; p, Protoplasma.

Die äussere Haut einer Zelle (Fig. 1) ist also die Zellhaut oder Zellmembran h. Der Inhalt besteht aus einem mehr oder weniger zähflüssigen Stoffe, der Zellflüssigkeit oder Protoplasma (Plasma) p, welches keine gleichartige Masse ist, sondern teils eine fasrige, maschige Struktur besitzt — Spongioplasma —, teils flüssig erscheint — Hyaloplasma — (Leydig).

Inmitten des Protoplasmas hängt der Kern K, welcher Nucleus genannt wird und ein durch eine besondere Haut umschlossenes, oft eine Flüssigkeit und stets ein oder mehrere Körnchen KK von verschiedener Grösse und Form (die Kernkörperchen, Nucleoli) enthaltendes Gebilde darstellt.

Die Zellhaut ist nichts Wesentliches an der Zelle, da sie fehlen kann; sie umschliesst nur die den Kern umgebende Plasmamasse.

Auch Kernkörperchen scheinen zuweilen nicht vorhanden zu sein, können dann aber in sehr feinkörniger Form nachgewiesen werden.

Es giebt Tiere, die aus einer einzigen Zelle bestehen; das sind die mikroskopisch kleinen Rhizopoden und Infusionstierchen, welche zusammen Protozoen genannt werden. Manche Arten derselben sind grösser; z. B. gewisse Nummuliten und Radiolarien haben einen Durchmesser von einigen bis mehreren Centimetern.

Der Körper aller übrigen Tiere im entwickelten Zustande besteht aus mehreren oder unzählig vielen Zellen.

b. Die Verschiedenheit der Zellformen.

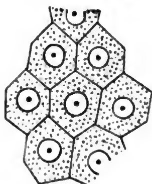


Fig. 2.

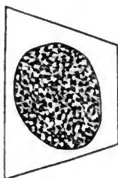


Fig. 3.

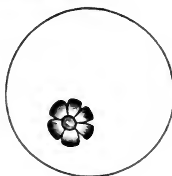


Fig. 4.

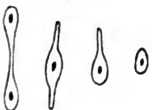


Fig. 5.

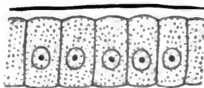


Fig. 6.

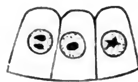


Fig. 7.

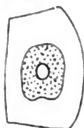


Fig. 8.

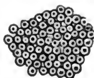


Fig. 9.



Fig. 10.

Fig. 2. Zu einer Schicht (Epithel) verbundene Epithelzellen einer ziemlich reifen Eikammer der Schmeissfliege, *Musca vomitoria*. Nach Korscheit.
Fig. 3. Nährzelle aus einer Eikammer von *Musca vomitoria*. Nach Korscheit.
Fig. 4. Drüsenzelle aus der Schlundwand einer Bücherlaus, *Atropos pulsatoria*. Orig.
Fig. 5. Nervenzellen aus dem Gehirn eines Laufkäfers, *Carabus auronitens*. Orig.
Fig. 6. Zellen der Körperhaut (Hypodermis) eines Insekts. Schematisch.
Fig. 7. Epithelzellen aus dem Mitteldarm einer Bienenpuppe. Nach Frenzel.
Fig. 8. Secernierende Drüsenzelle aus den Spinndrüsen einer eben abgetöteten Holzlaus, *Caecilius burmeisteri*. Orig.
Fig. 9. Körnige Zellmassen aus der Flügelanlage des Pappelschwärmers, *Smerinthus populi*. Nach Pancritius.
Fig. 10. Zellen aus der Flügelanlage derselben Art. Nach Pancritius.

Die Zellformen in den verschiedenen Teilen eines einzigen Körpers sind je nach dem Organe oder sonstigen Körperteile, zu dem sie gehören, von besonderer Art und Bestimmung für das Leben des

einzelnen Tieres. Deswegen sind die Zellen sehr mannigfaltig in der Bildung, Grösse und Beschaffenheit ihrer Teile. In Fig. 2 bis 10 sind verschiedene Zellen aus dem Bereiche der Insekten dargestellt.

c. Die Verbindung der Zellen zu Organteilen und Geweben.

Gewöhnlich treten die Zellen in zusammenhängender Mehrheit auf und sind dann teils noch deutlich voneinander zu unterscheiden, teils mehr oder weniger so dicht miteinander verwoben, dass sie oft wenig mehr erkennbar sind. Zusammenhängende Zellenkomplexe vorstehender Art werden „Gewebe“ genannt.

1. Das Körperhautepithel (Hypodermis), welches die äussere, von einer Chitinlage bedeckte Körperhaut und die mit derselben ohne Ausnahme in Verbindung stehenden Hohlräume einiger inneren Organe, namentlich des Darmes und des Ausführungsganges der Genitalorgane, bildet, ist eine einfache Schicht aneinander gelagerter Zellen.
2. Das Drüsenepithel besteht aus meist einfachen, die Drüsenzellenschicht bildenden, oft grossen Zellen.
3. Die Muskeln bestehen aus lang gezogenen faserförmigen Zellen, die der Länge nach bündelförmig aneinander liegen.
4. Die Nerven und Nervenknoten. Jene sind ein dichtes Gewebe von aneinander gefügten Nervenfasern, welche von Nervenknoten (Ganglien) ausgehen, in denen sich die Ganglienzellen (Nervenzellen) befinden.
5. Das Bindegewebe ist ein deutlich zelliges Gewebe mit zwischengelagerter Plasmasubstanz (Interzellularsubstanz) und dient zur Verbindung anderer Organteile.

Die Zurückführung der Sinnesorgane, namentlich des so komplizierten Auges, der Haare usw., auf einzelne Zellen und Zellenmehrheiten, möge man weiter unten nachsehen.

Aus diesem und obigem ergiebt sich schon, dass der Körper eines Insekts und dessen einzelne Organe aus zahlreichen Einheiten, den Zellen, aufgebaut ist, obgleich es beim ersten Anblick nicht scheint, dass manche Teile, z. B. die Nerven und Muskeln, von Zellengebilden herrühren.

d. Die Lebensthätigkeit der Zelle.

Die Volumvermehrung und die Erhaltung eines lebenden Wesens geht von der Ernährung und der Vermehrung seiner Zellen aus; es muss also in den letzteren eine energische Lebensthätigkeit vor sich gehen. Dr. A. Brass, der sich mit diesen schwierigen Vorgängen im lebenden Organismus beschäftigt, teilt den lebenden Inhalt einer einzel-

nen Zelle in Nährplasma, Ernährungsplasma und Atmungsplasma. (Zool. Anz. 1882. S. 476—478.)

1. „Das Nährplasma ist in verschiedenster Form und Menge der Zelle beigegeben: gelöst, fein oder grobkörnig, in minimalen oder sehr beträchtlichen Quantitäten. Es wird mechanisch (durch Pseudopodien) oder durch Diffusion von aussen aufgenommen. In der Eizelle ist es als körniger oder Nahrungsdotter bekannt.

2. „Das Ernährungsplasma bildet den wichtigsten Teil des Zellinhaltes, es hat für gewöhnlich eine einfach rundliche oder platte Form und ist bisher dann als Kern bezeichnet worden. So wie die Zelle durch Aufnahme von Nährplasma auf eine gewisse Grössenstufe gelangt ist, zeigt das Ernährungsplasma gar sonderbare molekulare Bewegungen, es ordnet sich morgensternförmig um (vergrössert seine Fläche), und auf diesem Stadium sind seine Funktionen am besten zu beobachten. Diese Formveränderungen sind gewissermassen rhizopodoide Bewegungen des Ernährungsplasmas, sie sind aus dem gesteigerten Bedürfnis einer Stoffaufnahme entstanden und sie leiten Formveränderungen der Zelle ein, welche zu den wichtigsten gehören, sie gehen den Teilungen resp. Furchungen voraus. — An das Ernährungsplasma knüpft sich auch der Vorgang der Zellvermehrung: wenn nämlich durch Nahrungsaufnahme, d. h. durch Verdauung eines Teiles Nährplasmas, das Ernährungsplasma eine bestimmte Grösse bez. Menge erlangt hat, so genügt die Oberfläche der rhizopodoiden Figur nicht länger zur weiteren Ernährung — an ihre Stelle treten zwei neue gleiche Figuren.

3. Das Atmungsplasma findet sich besonders in freien Eizellen, sowie in den meisten freien Zellen; es ist ein feinkörniges peripherisch gelagertes Plasma. „In den Zellen der Gewebe fehlt es meist, weil hier vom Blute aus ozonreiches Nährplasma der Zelle zugeführt wird, es fehlt hier ebenso, wie vielen Entoparasiten ein besonderer Atmungsapparat.“ „In den freien Eizellen ist es stets vorhanden und es dient teils der Respiration, teils der Furchung.“

Dr. E. Korschelt beobachtete an dem Kerne der Speicheldrüsenzellen lebender oder unmittelbar nach dem Abtrennen des Kopfes beobachteter Larven von *Chironomus plumosus* folgende Erscheinungen. Die Kerne waren mehr oder weniger in die Länge gezogen, von kolbiger oder dreieckiger Form und mit Einbuchtungen versehen. Vom Rande der Kerne gingen pseudopodienartige Ausläufer ab und erstreckten sich in die umgebende Schicht des Protoplasmas. Die Anzahl der Fortsätze wechselte bei verschiedenen Kernen. Auch veränderte sich stetig die Gestalt und Zahl der Fortsätze unter dem Auge des Beobachters; alte verschwanden und neue wurden gebildet. Doch ging die Umbildung nur langsam vor sich. (Fig. 11.) Vergl. Zool. Anzeiger. 1884.

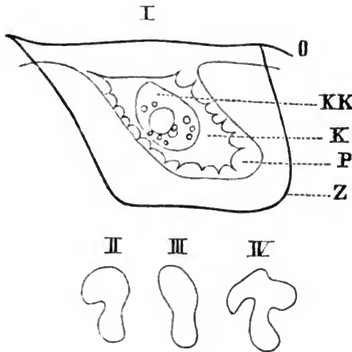


Fig. 11.

I, Eine Zelle aus der Speicheldrüse von *Chironomus plumosus*. Nach Korscheit.
O, Oberfläche der Drüse;
Z, Zellgrenze;
P, hellere Protoplasmaschicht;
K, Kern m. pseudopodienartigen Fortsätzen;
KK, Kernkörper mit Vakuolen.
II, III u. IV, Verschiedene Formen von Kernkörpern aus d. Speicheldrüsen derselben Art. Nach dems.

Die Lehre von den Lebenserscheinungen der Zelle heisst die Physiologie der Zelle.

e. Das Wachstum.

Das Wachstum des lebenden Körpers erfolgt durch Vergrösserung und demnächstige Teilung der Zellen desselben. Das Wachstum der Zellen ist eine Folge ihrer Ernährung mit flüssiger Lösung. Wenn eine Zelle ausgewachsen ist, ändert sich die Form des Kernes; er zieht sich in die Quere und zeigt das Bestreben, sich zu teilen. Die beiden neuen Kerne sind miteinander noch durch Stränge verbunden; diese Verbindung wird unterbrochen und verschwindet. Das Protoplasma ballt sich gleichfalls durch mittlere Abschnürung zu zwei Abteilungen, von denen jede einen der Kerne aufnimmt. Darnach vollzieht sich die Teilung des Zellleibes. (Fig. 12.)

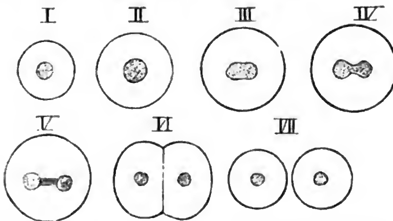


Fig. 12.

Sieben Zustände einer im Wachstum und Teilung befindlichen Zelle. Schematisch.

I, junge Zelle; II, ausgewachsene Zelle; III u. IV, Veränderung der Kernform und allmähliche Teilung in zwei Kerne; V, die neuen Kerne nur noch durch Stränge verbunden; VI, vollkommene Trennung der Kerne und beginnende Teilung der Zelle; VII, vollzogene Zellteilung.

f. Die Bedeutung des Zellkernes für den lebenden Organismus.

Das gesamte Leben eines aus lebenden Zellen bestehenden Körpers ist das Resultat des Lebens der einzelnen, ihn aufbauenden Zellen. Schon im Körper eines einzelligen Tieres sind die notwendigsten zum Leben gehörigen Bedingungen, wie Ernährung, Atmung, Empfindung, vorhanden.

Wenn nun die Zellen die elementaren, grundlegenden Organe in der Organisation eines lebenden Wesens sind, so fragt es sich, in welchem Teile dieser kleinsten Lebenszentren der eigentliche Sitz der Lebensthätigkeit ist. Noch im Jahre 1887 heisst es in einem Lehrbuche der Zoologie, dass das Wesentlichste der Zelle nicht im Besitze eines Kernes liege, vielmehr in dem Protoplasma „mit seiner besonderen molekularen Anordnung und den Funktionen der selbständigen Bewegung, des Stoffwechsels, der Fortpflanzung“; freilich könne diese bestimmt anzunehmende, die Lebenserscheinungen bedingende molekulare Struktur selbst mit Hilfe der stärksten Vergrösserungen nicht erkannt werden.

Der schnelle Fortschritt in der Erkenntnis hat es aber mit sich gebracht, dass der Zellkern als der Träger der innersten Lebensthätigkeiten anzusehen ist.

Der Zellkern wird für konsolidiertes Plasma gehalten, weil er ursprünglich aus flüssigem Zellinhalte besteht. In kernlosen Zellen hat sich ein Kern aus deren flüssigem Inhalte (Kernsubstanz) noch nicht gebildet.

Der Kern ist es, von dem aus die Zellvermehrung durch Teilung ihren Anfang nimmt; die Mutterzelle zerfällt in Tochterzellen, welche unter sich und jener gleich sind (siehe oben). Jede Tochterzelle hat aus dem mitbekommenen Plasma einen eigenen Kern und eine eigene Membran.

Ferner fanden Nussbaum und Gruber (1886) an einzelligen Tieren (Infusorien), dass nach einer vorgenommenen künstlichen Teilung sich nur diejenigen Stücke wieder zu vollständigen Tieren ausbilden können, in denen der Kern oder wenigstens Kernsubstanz enthalten ist, während ganz kernfreie Stücke schliesslich zu Grunde gehen. Hieraus ergiebt sich, dass der Kern viel wichtiger ist, als das Protoplasma. Diese hier sich kundgebende Wichtigkeit des Kernes ist durch die Entdeckungen von Georg Klebs noch gesteigert worden. In seiner Abhandlung „Ueber den Einfluss des Kernes in der Zelle“ (Biolog. Centralblatt 1887. Bd. VII. S. 161) weist dieser Naturforscher in überraschender Weise durch Vorführung mehrerer Versuche an Süsswasseralgen *(Zygnema, Spirogyra)* und Moosen *(Funaria hygrometrica)* nach, dass sowohl die Bildung der Zellhaut als auch das Wachstum der ganzen Zelle nur von dem Vorhandensein des Kernes abhängen. Er brachte Fäden von *Zygnema* in eine 16% Zuckerlösung. Infolge der Wasserabgabe seitens der Zellen an die Lösung

trat eine Volumabnahme der Zellen ein. Gleichzeitig löste sich das Plasma innen von der Zellhaut ab und zerfiel in zwei Teile, von denen der eine den einzigen Zellkern, der andere keinen besass. Der kernhaltige Teil umgab sich (also innerhalb der Zelle!) mit einer neuen Zellhaut; es entstand gleichsam eine neue Zelle, die Chlorophyllkörper vermehrten sich in ihr, und sie wuchs in die Länge. Der kernlose Teil des Plasmas bekam in keinem Falle eine neue Zellhaut und wuchs auch nicht, ging vielmehr nach einiger Zeit zu Grunde. Ist dies nicht Beweis genug, dass der Kern in engstem Zusammenhange mit den Lebensfunktionen der Zelle steht? Trotzdem zeigte sich an kernlosen Teilstücken einer Zelle, dass auch das Plasma ohne Kern funktionieren, nämlich selbst assimilieren, Stärke bilden und wochenlang am Leben bleiben kann, wodurch erwiesen ist, dass der Kern nicht ausschliesslich die Lebensfunktionen ausübt. Aber Wachstum und Teilung, welche für die Fortentwicklung tonangebend sind, können nur an das Vorhandensein eines Kernes gebunden sein.

Wenn in Pflanzenzellen Neubildungen vor sich gehen sollen, z. B. bei lokalen Verdickungen der Zellhaut oder bei Ausstülpungen, welche die Zelle zum Zwecke der Bildung von Haaren erfährt, so tritt der Kern möglichst nahe an die Stelle, wo dies Wachstum stattfinden soll, heran oder setzt sich mit derselben durch Plasmastränge in Verbindung. (Haberlandt, „Ueber die Lage des Kernes in sich entwickelnden Pflanzenzellen“ in: Bericht d. deutschen botan. Gesellschaft 1887.)

Während Flemming in seinem Buche „Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung“ den Kern noch als „ein Organ von rätselhafter Funktion“ bezeichnet, weist Korschelt 1887 in seiner Abhandlung „Ueber die Bedeutung des Kernes für die tierische Zelle“ (Naturwiss. Rundschau II S. 409—413) nach, dass die Kerne in den Zellen verschiedener Organteile, z. B. in den am oberen Pole der Eischale einiger Wasserwanzen, und zwar von *Nepa* und *Ranatra*, gelegenen, an der Bildung der sogenannten Strahlen teilnehmenden Epithelzellen, in den Drüsenzellen des Geschlechtsapparates von *Branchipus*, in den Zellen der Speicheldrüsen der Insekten, in den Nährzellen der Insekten usw. die wesentliche Funktion dieser Zellen, nämlich die secernierende Thätigkeit ausüben. „Es handelt sich zuerst um die eigenartige Bildung des Chitins der sogenannten Eistrahlen zweier Wasserwanzen (*Nepa* und *Ranatra*). Die Eischale von *Nepa* und *Ranatra* trägt an ihrem oberen Pole feine haarförmige Anhänge, die „Strahlen“. In dem einen Falle (*Nepa*) sind deren sieben, in dem anderen (*Ranatra*) nur zwei vorhanden. Die Bildung dieser Strahlen geht durch die Thätigkeit eigentümlich modifizierter Epithelzellen vor sich, und zwar sind es bei *Nepa* sieben, bei *Ranatra* entsprechend der Zahl der Strahlen nur zwei Paar von Epithelzellen, welche die Strahlen entstehen lassen. Auf die hierbei statthabenden komplicierten Bildungsvorgänge (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 45) kann ich nicht eingehen,

es interessiert uns hier nur die merkwürdige Form der Kerne. Die Kerne der beiden zu einer „Doppelzelle“ vereinigten Epithelzellen haben sich nämlich ganz ausserordentlich vergrössert, wobei sie ihre ovale Gestalt verloren und pseudopodienartige Fortsätze erhalten haben. Diese Fortsätze beider Kerne sind aufeinander zugerichtet und umschliessen einen freien Raum, in welchem späterhin die Bildung des Chitins vor sich gehen soll. Die Fig. 13 zeigt eine solche Doppelzelle von *Nepa*, Fig. 14 eine andere von *Ranatra*. Der punktierte Kreis im Inneren deutet die Stelle der Chitinbildung, resp. den Querschnitt des späteren Strahles an.

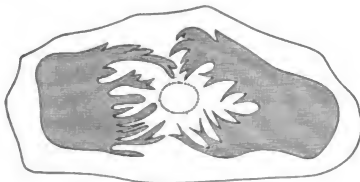


Fig. 13.

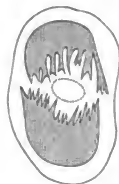


Fig. 14.

Fig. 13. Zwei, zu einer Doppelzelle vereinigte, einen für Chitinbildung bestimmten freien Raum umschliessende Epithelzellen vom oberen Pole der Eischale von *Nepa cinerea*. Nach Korschelt.
Fig. 14. Dasselbe wie in Fig. 13, von *Ranatra linearis*. Nach Korschelt.

„Welche Bedeutung ist nun dieser auffallenden Gestaltung der Kerne zuzuschreiben? Ich finde keine andere, als dass auf diese Weise der Kern direkt in die Thätigkeit der Zelle eingreift, welche in diesem Falle eine secernierende ist. Der Kern übt einen gewissen Einfluss auf die Abscheidung der chitinösen Substanz aus. Das geht daraus hervor, dass die Kernfortsätze direkt gegen den Ort der Abscheidung hin gerichtet sind, während sie im übrigen Umfange des Kernes fehlen. Die Fortsätze sind an ihren äussersten Enden nicht deutlich konturiert, sondern verschwimmen geradezu in der Substanz der Zelle, was ebenfalls auf eine innige Kontaktwirkung zwischen Kern und Zelle hinweist. Ausserdem bleiben die Fortsätze der Kerne nur so lange erhalten, als die Thätigkeit der Zelle dauert, d. h. wenn die Chitinbildung beendigt ist, verschwinden auch die Pseudopodien. Anhalt genug, dass die Kerne zur secernierenden Thätigkeit der Zelle in Beziehung stehen.“ (Korschelt.)

Brass schreibt dem Kerne der Eizelle eine Aufnahme von flüssigem Stoffe aus dem Zellplasma zu. Weismann stellt den Kern als Ernährungsorgan der Zelle hin. Nach O. Hertwig und Kölliker ist der Kern der Träger aller vererblichen Eigenschaften des Organismus (Idioplasma, Ideoplasma).

Grobben fasst alle diejenigen Thatsachen, welche die Bedeutung des Zellkernes anzeigen, wie folgt, zusammen:

1. „Der Vorgang der Befruchtung beruht, wie die auf zoologischem und botanischem Gebiete gemachten Beobachtungen gelehrt haben, auf einer Vereinigung zweier Zellkerne (O. Hertwig, Strassburger). Aus diesem Resultate ergiebt sich, dass die Kernsubstanz die Trägerin der Eigenschaften sein muss, welche von den beiden Eltern auf die Kinder vererbt werden, und dass diese somit dem Ideoplasma Nägelis entspricht (O. Hertwig, Weismann, Kölliker).

2. „Die Erscheinungen der Polyspermie und Isotropie des Eies.

3. „Die Regenerationserscheinungen bei Infusorien, Amöben und niederen Pflanzen.

4. „Die bestimmte Lage des Zellkerns im Zellleibe, wobei wieder Beobachtungen sowohl auf botanischem als zoologischem Gebiete vorliegen.

„Aus diesen in den drei letzten Punkten angeführten Thatsachen geht hervor, dass der Zellkern im Leben der Zelle einen bestimmenden Einfluss auf die Vorgänge im Zellleibe besitzt. Der Zellkern erscheint sonach als Organ der Vererbung und Fortpflanzung und als derjenige Teil in der Zelle, welcher alle Vorgänge im Zellleibe beherrscht.“ (1888.)

Litteratur.

Leydig, Fr., Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. Frankfurt a. M., 1857.

Claus, C., Lehrbuch der Zoologie. Marburg u. Leipzig, 1887.

Schwann, Th., Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen. Berlin, 1839. Mit 4 Taf.

Brass, A., Beiträge zur Zellphysiologie. Halle a. d. S., 1884.

Weismann, A., Beiträge zur Kenntnis der ersten Entwicklungsvorgänge im Insektenei. 1882.

Korschelt, E., Ueber die Bedeutung des Kernes für die tierische Zelle. (Naturwiss. Rundschau. II. Jahrg. 1887.)

---

2. Einteilung der Tiere.

Die Gesamtheit aller Tiere wird, in Hinsicht auf die Anordnung der Körperteile, eingeteilt in irreguläre Tiere, Regulärtiere, Radiärtiere und Bilateraltiere.

Die **irregulären Tiere** sind diejenigen Formen der untersten Tierstufen, deren einzelliger Körper noch keine regelmässige, vielmehr eine individuell wechselnde Form besitzt. Die nicht vorhandenen Bewegungsorgane werden durch Hervorstrecken eines beliebigen Teiles der Körperhaut ersetzt. Hierher die Amöben (Rhizopoden).

Die **Regulärtiere** sind kugelig geformt. Ihr einzelliger Körper besteht aus morphologisch einander gleichwertigen Teilen und lässt weder ein Oben und Unten, noch ein Hinten und Vorn erkennen. Hierher gehören die meisten Protozoen, von denen aber manche nicht kugelig geformt sind.

Die **Radiärtiere** haben einen durch einen Mittelpunkt gekennzeichneten Körper, um den die in mehrfacher Zahl vorhandenen verschiedenen Organe strahlenförmig angeordnet sind. Mund und After befinden sich im Mittelpunkte der Unter- und Oberseite. Die oberen und unteren Gegenstücke heissen Antimeren. Am Körper ist ein Oben und Unten, nicht aber ein Vorn und Hinten zu erkennen. Radiärtiere sind Polypen, Medusen, Seesterne und Seeigel. Doch weicht die Organisation zuweilen von dem radiären Typus ab und zeigt einen Anklang an den folgenden, z. B. bei manchen Seeigeln.

Der Körper der **Bilateraltiere** ist charakterisiert durch den bilateral symmetrischen Bau. Eine von vorn nach hinten durch den Körper gelegte Mittellinie teilt letzteren in zwei gleiche Hälften, so dass die Organe der einen Seite denen der anderen Seite gleichen. Dass eins der bilateralen Organpaare, z. B. die Mandibeln mancher Insekten, aus einander nicht ganz gleichen Teilen besteht, ist nur eine Folge sekundärer Bildung. In der Einzahl vorhandene Organe liegen im Verlaufe der Mittellinie; doch kommen auch hier Abweichungen vor. Die Organe treten in einigen Tierabteilungen in mehrfacher Gliederung hintereinander auf, womit sich eine Gliederung des ganzen Körpers verbindet; diese Glieder des Körpers heissen Metameren oder Segmente. Am Körper der Bilateraltiere ist ein Oben und Unten, ein Vorn und Hinten zu unterscheiden. Es gehören hierher die Würmer, die Gliederfüsser, die Mollusken, welche aber grossenteils (Schnecken) unsymmetrisch geworden sind, und die Wirbeltiere.

Claus teilt die Tiere in systematischer Reihenfolge ein in:

1. Protozoa (Urtiere) mit den Rhizopoden und Infusorien.
2. Coelenterata (Pflanzentiere) mit den Spongien (Schwämmen), den Polypen, Medusen usw.
3. Echinodermata (Stachelhäuter) mit den Seesternen und Seeigeln.
4. Vermes (Würmer).
5. Arthropoda (Gliederfüsser) mit den krebsartigen Tieren, Spinnen, Tausendfüssern und Insekten.
6. Mollusca (Weichtiere) mit den Muscheln, Schnecken und Kopffüssern.
7. Molluscoidea mit den Bryozoen und Brachiopoden.
8. Tunicata (Manteltiere).
9. Vertebrata (Wirbeltiere) mit den Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren.

---

3. Die Arthropoden oder Gliederfüsser und deren Einteilung.

Die Arthropoden sind bilateral-symmetrische, meist heteronom segmentierte und mit gegliederten Anhängen an allen oder nur an einigen Segmenten versehene und gewöhnlich geschlechtlich sich fortpflanzende Tiere.

Es gehören zu den Arthropoden:

1. Die Crustacea oder krebsartigen Tiere.
2. Die Arachnoidea oder spinnenartigen Tiere.
3. Die Onychophora (nur die eine Gattung *Peripatus*).
4. Die Diplopoda (Chilognatha) oder Tausendfüsser.
5. Die Chilopoda oder Skolopender.
6. Die Apterygogenea oder unechten Insekten.
7. Die eigentlichen Insekten oder Kerbtiere.

Die Crustacea unterscheiden sich von allen übrigen Arthropoden durch die zwei Fühlerpaare. Ausserdem tragen die Oberkiefer oft einen Taster. Kopf und Thorax sind verschmolzen zu dem Cephalothorax; dieser und gewöhnlich auch der Hinterleib tragen Gliedmassen. Die Generationsorgane liegen meist weit vor dem After. Die Atmung geht durch Kiemen oder durch die Haut vor sich. Die gewöhnlich sehr ausgeprägte und mannigfaltige Metamorphose wird durch die wenig ausgebildete Naupliusform eingeleitet. Die Crustaceen bewohnen in einer grossen Zahl verschiedenartigster Formen die Oceane und Meere, wo sie fast die einzigen Arthropoden sind, während die übrigen Arthropoden das süsse Wasser und das Festland ihr Heim nennen; im Süsswasser giebt es aber gleichfalls eine Anzahl Crustaceen, welche mehreren Abteilungen angehören. Auf dem Lande leben von Crustaceen die Land-Isopoden (Asseln) und einige Krabbenarten.

Kingsley meint, dass die Crustaceen mit den übrigen Arthropoden (Arachniden, Myriopoden und Insekten) nur in dem Besitze von Facettenaugen übereinstimmen, was nicht leicht zu erklären sei, wenn man die ersteren mit letzteren nicht als nahe verwandt betrachte, aber, wie die Aehnlichkeit der Augen der Wirbeltiere mit denen der Cephalopoden beweise, nicht von grossem Belang sei.

Die Arachnoidea haben ein kieferförmiges Fühlerpaar und gewönlich vier Beinpaare. Der Hinterleib ist ohne Gliedmassen. Bei den allermeisten sind der Kopf und Thorax zu dem Cephalothorax verschmolzen. Bei den Asselspinnen oder Pantopoden (Meeresbewohner) und den Solifugen (Landbewohner) besteht der Vorderkörper (Kopf und Thorax) aus vier deutlich unterschiedenen Segmenten, wie bei den Insekten. Der Hinterleib ist gegliedert bei den Skorpionen, Afterskorpionen, Phryniden, Phalangiden und Solifugen, ungegliedert bei den echten Spinnen, Milben, Tardigraden und Pantopoden. Die Generationsorgane münden gewöhnlich an der Basis des Hinterleibes aus.

Die Linguatuliden sind wurmförmig und erinnern nur im Embryonalzustande an Arthropoden, unter denen sie Beziehungen zu den Milben und Tardigraden aufweisen.

Die Onychophoren enthalten nur die wenigen Arten der über mehrere Erdteile verbreiteten Gattung *Peripatus*. Diese war Gegenstand vieler Untersuchungen (Moseley, Sedgwick, Balfour, Gaffron) betreffs ihrer Zugehörigkeit zu den Arthropoden; früher wurde sie zu den Würmern gestellt. Der Körper trägt folgende Anhänge: 1 Paar Antennen, 1 Paar Kiefer, 1 Paar Mundpapillen und an den 14 bis 30 Segmenten ebensoviele Gliedmassenpaare. Der gestreckte Körper ist wurmförmig. Die Segmentalorgane entsprechen denen der Chätopoden (Würmer). Die Generationsorgane münden in der Nähe des Afters aus. An den Füssen befinden sich 2 Klauen.

Die Diplopoden (Chilognathen) sind meist wurmförmige Arthropoden; ihr Körper ist drehrund und besteht aus zahlreichen Segmenten (9 bis über 80), deren jedes vom fünften oder sechsten an zwei Beinpaare besitzt. Die Füsse sind nur mit 1 Klaue versehen. Die Generationsorgane münden am zweiten oder dritten Segment aus.

Die Chilopoden sind von gestreckter Form, flach gedrückt; die einzelnen Segmente (ausser dem Kopfe 16 bis mehr als 150) tragen nur ein einziges Beinpaar. Die Füsse sind nur mit 1 Klaue versehen (ausgenommen *Scolopendrella*). Die Generationsorgane münden stets am hinteren Körperende (ausser bei *Scolopendrella*).

Die beiden letzteren Ordnungen, welche oft als „Myriopoden“ zusammengefasst werden, weichen in der Bildung der Fühler von den Crustaceen und Arachniden gänzlich ab, kommen dadurch aber mit den Insekten überein. Jedoch nur die Chilopoden sind mit den Insekten nahe verwandt; die Diplopoden sind von diesen durch die Lage der Ausmündung der Generationsorgane beträchtlich verschieden, erinnern dadurch aber an die Crustaceen und Arachniden.

Scolopendrella bildet eine eigentümliche, teils mit den Chilopoden und Diplopoden, teils mit den unechten Insekten verwandte Abteilung (Symphyla); die zahlreichen Beine, die Rückenschilder und die Anamorphose erinnern an jene, die Kopfbildung und die zweiklauigen Füsse an die Insekten.

---

4. Die unechten Insekten.

Die **unechten Insekten** (Insecta spuria) oder **Apterygogenea** sind homonom segmentierte, sechsbeinige, ungeflügelte, mit 1 Fühlerpaar und 2 Klauen an den Füssen versehene Gliederfüsser, deren Körper aus höchstens 14 Segmenten besteht, deren Hinterleib an mehreren oder einzelnen Ringen entweder mit fussähnlichen Anhängen oder am Ende mit einer selten fehlenden Springgabel ausgerüstet ist, deren Tracheensystem meist kein zusammenhängendes

ist oder fehlt und deren Geschlechtsorgane am hinteren Teile des Abdomens ausmünden.

Es gehören hierher die Springschwänze (Collembola) und die Borstenschwänze (Thysanura). Die Entomotomen halten dafür, dass die Apterygogenea, welche schon Brauer unter diesem Namen den übrigen Insekten gegenüberstellte, nahe Beziehungen zu den Myriopoden haben, zu welcher Ansicht hauptsächlich die fussähnlichen Anhänge der Hinterleibssegmente der Thysanuren und die primitive Bildung des Tracheensystems beitragen.

Die „unechten Insekten" enthalten teilweise Formen, welche auf einige Abteilungen der echten Insekten hinweisen; es erinnern nämlich:

unter den Thysanauren

Lepisma an die Blattiden (Form des Körpers und der Mundteile),

Japyx an die Forficuliden (Körperform und Endzange),

Campodea an die Perliden und an Larven vieler Insektenabteilungen (Mundteile und Körperform);

die Collembola an die Hemiptera (Rückbildung der Mundteile).

Der vom Ursprunge an gänzliche Mangel der Flügel und die morphologische Hinneigung zu den tiefer stehenden Arthropoden, ferner die teilweise einfachen, weil einer Anastomose *(Machilis, Campodea)* entbehrenden oder nur in zwei Stigmen am vorderen Körperteile, am Kopfe, ausmündenden *(Sminthurus)* oder sogar ganz fehlenden Tracheen (viele Collembola), ferner die wenigen getrennten Einzelaugen an den Seiten des Kopfes (ausser bei *Machilis* und *Lepisma*), bilden für uns die Beweggründe, diese Arthropoden als „unechte Insekten" von den eigentlichen Insekten zu trennen, bei denen aber auch ungeflügelte Gattungen mit einfach gebildeten Augen vorkommen.

Beachtenswert ist, dass die Teile der Genitalorgane nach Segmenten angeordnet sind, z. B. bei *Lepisma* und *Japyx*. Siehe Grassi.

Die Angehörigen der unechten Insekten leben meist versteckt in Waldungen oder sonst an feuchten, kühlen Orten, auch auf Gebirgen, auf Schnee oder am Eise.

---

5. Die eigentlichen Insekten.

Die **eigentlichen Insekten** (Insecta genuina) sind heteronom segmentierte, mit einem dorsalen Flugapparate, 6 an den Brustsegmenten befindlichen Beinen und 2 Fühlern versehene, durch Tracheen atmende Gliederfüsser, deren 14gliedriger Körper aus drei Hauptabschnitten, dem Kopfe, der Brust und dem Hinterleibe besteht, deren Geschlechtsorgane am hinteren Teile des Hinterleibes ausmünden, und deren Füsse 2 Klauen besitzen.

Der Flugapparat ist das hauptsächliche, die eigentlichen Insekten von den übrigen Gliederfüssern unterscheidende Merkmal. Indes

fehlen zuweilen die Flügel oder sind bis zur Unbenutzbarkeit als Flugorgan verkümmert. Dies kommt z. B. bei manchen Gattungen der Orthopteren vor; aber jede Ordnung der Insekten, auch die der Schmetterlinge, enthält einzelne Beispiele dieser Art, doch ermangelt meist nur das weibliche Tier einer Species der Flügel. Viele Schmarotzerinsekten, z. B. die Läuse (Pediculidae) und Hautfresser (Mallophaga) sind durchaus flügellos; man nimmt jedoch mit Grund an, das die parasitische Lebensweise die Ursache des Flügelmangels sei.

Die Insekten gehören zwar nicht den höheren Stufen des Tierreichs an, stehen aber gleichwohl weit ab von den niederen Abteilungen desselben. Da sie aber, wie alle mehrzelligen Tiere ihr Dasein als einfache Zelle (Eizelle) beginnen, so sind sie, wenn wir der Lehre von der Ontogenese Raum geben, als das Ende eines Radius aufzufassen, deren es viele im Tierreiche giebt, und die alle von den einzelligen Tieren, den Protozoen, ausgehen. Diese Radien sind nicht gleichwertig; denn ihre Endformen sind die Organisationsstufen des Tierreichs, auf denen wir von niedrig stehenden bis zu hoch entwickelten Typen emporsteigen. Die flagellaten und ciliaten Infusorien, welche in den Geisseln und Cilien bestimmte, beständige Bewegungsorgane besitzen, sind durch diese Art der Ausbildung als höher entwickelt zu betrachten, als die mit aus- und einziehbaren, veränderlichen, unbeständigen Pseudopodien oder Scheinfüsschen versehenen Rhizopoden. Jene bilden die höhere, diese die tiefere Stufe der Protozoen. — Die Cephalopoden (Kopffüsser), zu denen die Dintenfische und Ammoniten gehören, sind die am meisten ausgebildeten Endformen der Schnecken- und Muscheltierreihe; denn sie besitzen einen deutlich abgesetzten Kopf, zwei hochentwickelte Augen und zum Gehen und Fassen dienende Fangarme. Wie einfach sind dagegen die übrigen Tiere desselben Radius, die Schnecken und Muscheln, ausgerüstet.

Die Endformen der Würmerreihe sind Würmer mit zur Ortsbewegung dienenden Seitenborsten an jedem Körperringe, deutlich abgesetztem Kopfe und zwei hochentwickelten Augen, z. B. *Aphrodite* der europäischen Meere. Wie armselig erscheinen dagegen der augenlose Regenwurm und die noch einfacheren Faden- und Saugwürmer.

Die Vertebratenreihe beginnt mit den Fischen, die mit ihren verhältnismässig unvollkommenen Bewegungsorganen, einfachem, aus Vor- und Herzkammer bestehendem Herzen und teilweise wenig ausgebildeten Sinnesorganen sich begnügen müssen, und endet mit den Säugetieren, deren Bewegungsorgane in den meisten Fällen sehr viel vor den Flossen der Fische voraushaben; ihr Herz besteht aus zwei Vor- und zwei Herzkammern; die Sinne sind meist vorzüglich ausgebildet. Die zwischenstehenden Gruppen, die Amphibien, Reptilien und Vögel sind meist vollkommener entwickelt als die Fische,

stehen aber hinter den höher entwickelten Säugetieren zurück. Der Mensch, dessen Geschicklichkeit der Hände sich mit seiner Geistesbildung paart, steht in der Vertebratenreihe sichtlich obenan.

Ebenso verhalten sich die Insekten zu den niedrig stehenden Arthropoden (Tausendfüsser, Spinnen, Krebse). Wir sehen, wie die leichtbeschwingten Kerbtiere sich über das niedrige Gewürm und die Spinnen und Krebse erheben, unter denen nicht eins so ortsbeweglich ist wie sie. Auch in der Geschicklichkeit der bauchständigen Bewegungsorgane sind viele Insekten in mancherlei Beziehung jenen voraus; aber die Flugfähigkeit ist das vornehmste Merkmal dieser kleinen Tiere. Wie die Vögel unter den Wirbeltieren, so erfreuen sich die Insekten allein von allen Wirbellosen dieses Vorzuges der Ortsbeweglichkeit, der nur einer verhältnismässig geringen Anzahl von Arten durch Verkümmerung der Flugorgane abhanden gekommen ist. Obendrein bewegen sich beide, gleichwie unter den Wirbeltieren die meisten Säugetiere und die meisten Amphibien und Reptilien, und unter den Wirbellosen die Spinnen, Myriopoden und Krebse, ohne Ausnahme auch vermittels ihrer Beine.

Schon bei den auf der Stufenleiter der Tierklassenreihen am tiefsten stehenden Protozoen, sowie bei den Schnecken und Muscheltieren (Mollusken) und bei den Würmern sahen wir, dass die höheren Formen vor den weniger entwickelten sich durch Bewegungsorgane, bezw. Flimmerfäden, Fangarme und oft auf Fussstummeln sitzende Seitenborsten auszeichnen. Von Sinnesorganen fanden wir zum Teil auch hochentwickelte Augen. Beine und Augen sind aber bei den Gliederfüssern herrschend geworden, während bei den Insekten daneben also noch Flügel hinzugekommen sind.

Mit der Vielfältigkeit der Bewegungen und der geographischen Verbreitung der Insekten gehen deren grenzenlose Formenmannigfaltigkeit und Farbenfülle, mit der Ausbildung der Sinne und Sinnesorgane die sehr verschiedenen Lebensverrichtungen, mit der tausendfältigen Ernährungsweise die so ungleiche Bildung der Mundteile und der Verdauungsorgane Hand in Hand.

Es sind jetzt weit über 200000 verschiedene Insektenarten bekannt, welche sich auf Zehntausende von Gattungen, einige hundert Familien und 17 Ordnungen verteilen.

Und dennoch ist all die Mannigfaltigkeit der Form auf ein allen Insekten gemeinsames Schema des Körperbaues zurückzuführen.

Paul Mayer suchte nach dem idealen Urinsekt, Protentomon, von dem sich alle Insekten ableiten liessen, und er fand, dass es ein Wesen sein musste, welches folgende (dem Körperbaue aller echten Insekten zu Grunde liegenden) Merkmale besass:

1. „einen gegliederten Körper, an welchem Kopf, Thorax und Abdomen zu unterscheiden waren. Der Kopf trug ein Paar fadenförmiger Antennen, drei Paar Kiefer, ein Paar zusammengesetzte Augen (und wahrscheinlich drei Ocellen). Der Thorax

bestand aus drei deutlich getrennten Metameren, deren jedes jederseits einen Ventralanhang (Bein) und mit Ausname des ersten auch einen Dorsalanhang (Flügel) trug. Das Abdomen hatte 11 unter sich homonome Metamere. Eine Verschmelzung einzelner Segmente hatte nicht statt (ebensowenig aber auch eine deutlich ausgesprochene Lockerung der Verbindung zwischen Kopf und Thorax oder zwischen diesem und dem Abdomen).

2. „Die äusserste Schicht des Körpers bildete eine Chitindecke, welche als eine Abscheidung der Hypodermiszellen auch überall dort sich vorfand, wo echte Hypodermis vorhanden war. Die Muskulatur war, wie aus dem Vorhandensein beweglicher Anhänge hervorgeht, schon weit differenziert. Diese Anhänge waren hohle, röhrenförmige Fortsätze der Körperwandung; die Flügel, unter sich gleichartig, erschienen als dünne, flachgedrückte Blasen, deren äusserste Schicht eine homogene Chitinlamelle bildete. Die Beine waren unter sich nahezu gleichartig und bestanden aus den typischen fünf Abschnitten.

3. „Der Darm bestand aus dem Magen und den beiden mit einer chitinigon Cuticula versehenen Einstülpungen der Hypodermis: Mund- und Enddarm. Der Magen besass eine einfache Lage Verdauungszellen. In den Munddarm ergoss sich das Sekret von einem Paare einfacher, schlauchförmiger Speicheldrüsen. Eine Leber fehlte. In den Anfang des Enddarms mündeten zwei Paar einfache, schlauchförmige Exkretionsorgane, die sogenannten Vasa Malpighii.

4. „Das Nervensystem wurde von einem Schlundring nebst 3 Thorakal- und 9 (vielleicht 11) Abdominalganglien gebildet, welche durch je zwei Längskommissuren verbunden waren.

5. „Das Herz (Rückengefäss) erstreckte sich mit Flügelmuskeln und Kammern durch das Abdomen, während seine Thorakalpartien eine schlauchförmige „aorta" bildeten.

6. „Die Tracheen (Luftröhren) waren unmittelbar unter der Hypodermis mit einem Verschlussapparate versehen und liefen von den Stigmen aus direkt zu den Organen in der Körperhöhle, während eine geringe Kommunikation der einzelnen Querstämme durch ein Paar Längsstämme hergestellt wurde. Stigmenlos waren Kopf und Prothorax. Die zwei Thorakalstigmen besassen einen anderen Bau als die Abdominalstigmen, deren 9 (vielleicht 11) vorhanden waren.

7. „Ein Fettkörper füllte einen Teil der Leibeshöhle aus; in den Zwischenräumen derselben zirkulierte Blut.

8. „Die Genitalien bestanden aus paarigen Keim- und Anhangsdrüsen und einem unpaaren [wahrscheinlich paarigen] Ausführgang. Das Atrium genitale lag zwischen dem 8. und 9. Ventralringe des Abdomens.

9. „Primäre sexuelle Charaktere existierten in Gestalt eines chitinisierten Penis beim Männchen und einer chitinisierten Scheide beim Weibchen; sekundäre fehlten wahrscheinlich durchaus.“ (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 10, 1875, S. 129—131.)

Die Einheit in der Mannigfaltigkeit ist ein merkwürdiger Charakterzug der Natur. Der einmal entstandene Typus erhält sich in tausendfältigen, voneinander verschiedenen Formen. Man sehe z. B. die Familie der Carabiden oder Laufkäfer, weit über 10000 verschiedene Arten derselben sind bekannt; aber der Grundplan des Carabidenkörpers ist in jeder einzelnen Art beständig geblieben.

Die Mannigfaltigkeit ist aber eine geordnete, weil eine Einheit höheren Grades aus Einheiten niederen Grades besteht, z. B. die Familie der Laufkäfer aus Unterfamilien und Gattungen. Der Einheit des Ganzen liegen also die Gruppen zu Grunde. Gruppen von Arten, welche alle ein oder mehrere Merkmale gemeinsam haben und deswegen zusammengehören, bilden ein in sich abgeschlossenes Ganzes, eine Gattung; Gruppen nächstverwandter Gattungen eine Unterfamilie; zusammengehörige Unterfamilien eine Familie; Gruppen von Familien scharen sich zu Ordnungen zusammen, welche gewöhnlich zu mehreren eine Klasse bilden.

Es giebt demnach Gattungs-, Familien-, Ordnungs- und Klassentypen. Die Insekten sind ein Klassentypus, zum Unterschiede von dem Klassentypus der Spinnen, demjenigen der Tausendfüsser usw. Ordnungstypen innerhalb des Klassentypus der Insekten sind die Schmetterlinge, die Käfer, die Fliegen usw.

Unsere Aufgabe ist im Folgenden die Betrachtung Dessen, was die Gesamtheit der Insekten betrifft oder was, vom allgemeinen Standpunkte aus besehen, nur einzelnen Gruppen zukommt.

II. Der Körper der Insekten und seine Teile (Morphologie, sowie deren Lebensverrichtungen (Physiologie).

1. Die Körperhaut und ihre Bekleidung.

a. Die Körperhaut.

Die Körperhaut der Insekten ist ein einziges zusammenhängendes Ganzes, an welchem die ringförmigen Abschnitte (Segmente) fast immer deutlich erkennbar sind, während die dem Körper anhängenden Organe als Ausstülpungen der allgemeinen Körperhaut erscheinen.

Die Körperhaut hängt innig mit den beiden hauptsächlichen Oeffnungen des Körpers, dem Munde und dem After, zusammen und

bildet die innere Haut des jene beiden Oeffnungen verbindenden Darmrohres. Ebenso nehmen die innere Haut der Genitalöffnung und die der Luftröhren an der Körperhaut teil.

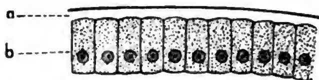


Fig. 15. Cuticula a und Hypodermis b der *Corethra*-Larve. Nach Claus.

Die Bestandteile der Körperhaut sind eine Zellenschicht (Hypodermis, Matrix) (Fig. 15b) und die von dieser abgesonderte Oberhaut a, welche Cuticula genannt wird. Die Innenseite der Körperhaut besteht aus einer die Hypodermis begrenzenden bindegewebigen Membran (Fig. 17 g), auch Basalmembran genannt. Der aus den Zellen der Hypodermis abgesonderte Cuticularstoff wird wegen seiner chemischen Beschaffenheit als Chitin bezeichnet. Die Cuticularschicht des Körpers heisst daher auch Chitinhülle. Je nach dem Grade der Chitinabsonderung und der Dicke der abgesonderten Plasmaschichten wechselt die Härte und Festigkeit der Körperhaut. Auch die Dichtigkeit der Chitinhülle hat darauf Einfluss; daher erscheint die ziemlich dicke Körperhaut mancher vollständig ausgebildeten Insekten lederartig weich, während die dünnere Haut anderer Formen fester und weniger biegsam ist. Bei eben gehäuteten Tieren sind selbst später sehr hart werdende Teile der Körperhaut noch weich. Eine Erhärtung findet erst an der Luft statt. An den Gelenkverbindungen bleibt die Chitinhaut stets zart und völlig biegsam.

Chitin ist ein stickstoffhaltiger, sehr widerstandsfähiger, nur durch Kochen in konzentrierter Salz- und Salpetersäure löslicher Stoff, für welchen die Formel $C_9 H_{15} NO_6$ oder $C_{18} H_{15} NO_{12}$ aufgestellt ist.

Nach Schneider (1887) ist das Chitin als eine Erhärtung des Protoplasmas, nicht aber als eine Absonderung anzusehen.

Die chitinabsondernde Eigenschaft (die secernierende Thätigkeit) der Hypodermis fällt in das Larven- und Puppenleben des Insekts, weil in dieser Lebensperiode die Körperhaut mehrmals abgeworfen und durch eine neue ersetzt wird. Dieser Zweck ist im ausgebildeten Zustande des Insekts erreicht. Deshalb wird die Hypodermis beim entwickelten Insekt oft undeutlich (Fig. 44c).

Die Haut der Insekten ist auf der Oberfläche sehr verschiedenartig beschaffen, z. B. glatt, glänzend, uneben, gekörnelt, höckerig, warzig, runzelig, stachelig, dornig, punktiert, gestrichelt, gestreift, gefurcht, nadelrissig, netzartig gestrichelt, narbig, grubig, ausgehöhlt. Die zu ein und derselben Art gehörigen Einzeltiere haben immer dieselbe Beschaffenheit der Haut und variieren darin nur dem Grade nach. Die Skulpturbildung der Oberhaut kommt am meisten in denjenigen Insektenordnungen vor, deren Angehörige durch einen grossen Pro-

thorax ausgezeichnet sind, nämlich bei den Käfern, Geradflüglern und Wanzen, am meisten aber bei den Käfern. Auch die Puppen der Tagschmetterlinge sind häufig stachelig, höckerig, runzelig; vielfach auch die Puppen der Fliegen.

Zahlreiche porenartige Kanäle, welche sich in feinere und grössere unterscheiden lassen, durchsetzen die Chitinschicht aller äusseren Körperteile. (Vergl. Fig. 17b u. 44b.) Die grösseren Kanäle bilden fast immer den Weg für die Fortsätze einzelner Zellen der Hypodermis. Diesen Fortsätzen sitzen teils an der äusseren Hautfläche (in dieselbe etwas eingesenkt) Haare oder Borsten auf, oder sie enthalten das Ende eines Nerven, welcher in Verbindung mit mannigfaltigen Bildungen an der Ausmündung des Porenkanals als irgend ein Sinnesorgan fungiert, wie angenommen wird (siehe weiter unten). Auch bilden die Porenkanäle teilweise den Ausführungsgang von Hautdrüsen. Die meisten Porenkanäle sind sehr fein und dienen nicht zum Durchgang von Fortsätzen unterhalb gelegener Organteile; vielmehr finden wir sie leer oder mit Luft gefüllt. Es ist möglich, dass durch die zahlreichen feinen Porenkanäle (Fig. 44b) ein Gasaustausch stattfindet.

Haare und Schuppen bilden eine vielfach vorkommende Bekleidung der Körperhaut, sowohl des Rumpfes als auch der anhängenden Organe, und sind unter den Insekten weit verbreitet und häufig reich entfaltet. Wenn aber die Oberhaut in Dornen ausläuft, z. B. bei manchen Schmetterlingsraupen, so reicht die zellige Matrix in diese Dornen hinein.

b. Haare und Borsten.

Zu den Oberhautgebilden werden gerechnet: Haare, Borsten, Stacheln, Dornen, kegelförmige Stifte, Papillen, Schuppen usw. Sie sind einem Grübchen eingesenkt oder sitzen einer Erhebung auf. Reisst man ein gewöhnliches Haar (Fig. 16) aus, so entsteht, wie unter dem Mikroskop zu sehen, an Stelle des Haares in dem Grübchen, am Grunde eine kreisrunde, in das Innere der Haut führende Oeffnung. Diese Oeffnung ist die Mündung eines oben erwähnten grösseren Kanals (Porenkanal), welcher mit einer Hypodermiszelle in Verbindung steht. (Fig. 17b.)



Fig. 16. Ein der Haut aufsitzendes Haar eines Insekts. Schem.

Die die Chitinhaut bekleidenden Haare gehen aus Hypodermiszellen hervor. Zu jedem Haar (Fig. 17), ebenso zu jeder Borste, Papille usw. gehört eine verlängerte Zelle f, welche nach aussen die Chitinschicht c halsartig durchsetzt und an der Mündung des Porenkanals b von dem Haar gekrönt ist. Dieses ist chitinös und steht unmittelbar mit

der Cuticula c des Teguments in Verbindung. Das Haar als solches erhebt sich auf einem kleinen, mit der Cuticula fest verbundenen Chitinringe (Fig. 16) und ist auf diesem beweglich. Wenn ein Haar von der Körperhaut gelöst wird, bleibt der Chitinring zurück.

Borsten sind nichts anderes als stärkere Haare. Ueber den feineren Bau des Insektenhaares schrieb Leydig: „Im Haar, welches von der Cuticularschicht des Integuments abgegliedert ist, wobei jetzt ein stärkerer Porenkanal durch die Cuticula zum Innenraum des Haares führt, zeigt sich die Lichtung entweder einfach mit heller Flüssigkeit erfüllt, oder sie wird ausserdem durchspannt von einem Netz- oder Wabenwesen, dessen Maschen die Flüssigkeit in sich schliessen. Das Herkommen und die Beschaffenheit von beiden — des Netzwesens und der Flüssigkeit — lassen sich aus der Weise, wie das Haar entsteht, bestimmen. Das cuticulare Haar ist in seiner ersten Anlage die Abscheidung eines zelligen Elementes des Panzers; ein fadiger Fortsatz des Zellkörpers kann sich durch den Porenkanal hindurch bis ins Innere des Haares erheben, ja dort bleibend sich erhalten. Diese Beziehung des Zellkörpers zum Haar und die Erwägung, dass die Zellsubstanz aus Spongioplasma und Hyaloplasma besteht, darf die Annahme erwecken, das jetzt das Flüssige im Haar Hyaloplasma ist, gleichsam angesammelt in dem Hohlraum der Borste, nach Art eines Sekretes. Was sich daneben von dem Spongioplasma erhalten hat, verleiht der Borste ihr maschiges oder gekammertes Aussehen."

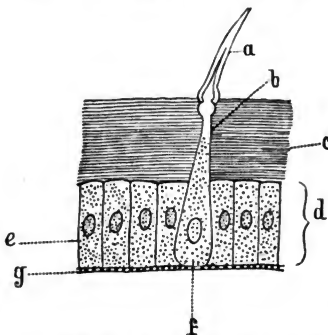


Fig 17. Querschnitt durch die Haut und ein derselben aufsitzendes Haar eines Insekts. Schematisch. a, ein Haar; b, Porenkanal; c, Chitinschicht, Cuticula; d, Hypodermis; e, Hypodermiszelle; f, haarbildende Hypodermiszelle; g, bindegewebige Membran.

„Es mag eingeschaltet sein, dass mit der Kenntnis des schwammigen Baues der Zellsubstanz ein anderes Strukturverhältnis gewisser Hautanhänge verständlicher geworden ist. Vor Langem habe ich nachgewiesen, dass missfarbige Haare und Schuppen von Insekten ihr „Weiss" dem Luftgehalt verdanken: die Schuppe, deren Luft entwichen ist, nimmt sich ganz hell aus. Man darf jetzt dafür halten, dass die „Kämmerchen", in welche ich die Luft eingeschlossen sah, wohl die ursprünglichen, zuerst mit Hyaloplasma erfüllt gewesenen Maschenräume waren, in welche Luft an die Stelle des Flüssigen getreten ist." (Leydig.)

Litteratur.

Leydig, F., Zum feineren Bau der Arthropoden. Mit 1 Taf. (Müller's Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1855. S. 376—480.)

—, Die Hautsinnesorgane der Arthropoden. (Zoolog. Anzeiger. 1886. S. 284—291, 308—314.)

c. Tastborsten.

Um an der ganzen Körperoberfläche, die wegen ihrer Starrheit an sich wenig empfindlich zu sein scheint, die Wahrnehmbarkeit der Berührung mit der Umgebung möglich zu machen, finden sich gewöhnlich über alle äusseren Teile des Körpers Tasthaare oder Tastborsten zerstreut. Auch an den Fühlern, Tastern, Ober- und Unterlippe befindliche Borsten scheinen das Gefühlsvermögen zu vermitteln. Dass die Borsten mit hypodermalen Teilen in Beziehung stehen, sieht man an einem Stücke der Chitinhaut, etwa vom Abdomen, wenn man es unter dem Mikroskop betrachtet. An denjenigen Chitinringeln, welche ihre Borste verloren haben, sieht man die Oeffnung als runde Pore, welche die Chitinhaut völlig durchbohrt erscheinen lässt, was übrigens auch an den übrigen Haaren zu sehen ist, so dass daran Tastborsten von gewöhnlichen Borsten nicht zu unterscheiden sind. Es ist aber erklärlich, dass die Tastborste durch die Pore hindurch mit einem Nerven zusammenhängt, der die Wirkung des äusseren Eindrucks oder Reizes den Ganglienknoten bezw. dem Wahrnehmungszentrum des Insekts mitteilt. Denn die Tastborsten stehen selbstverständlich immer mit einem Nerven in Verbindung, welcher an die Borste herantritt und hier eine gangliöse Verdickung eingeht. „Die Hautborste erscheint als Ausrüstung einer Endganglienzelle des Nerven“ (Leydig).

Abgesehen von dem Hinzutritt eines Nerven weichen die Tastborsten, namentlich was den Inhalt anbelangt, nicht ab von gewöhnlichen Hautborsten. „Ueber die Weise, in welcher der Ganglienzellenfortsatz in der Borste sich des Näheren verhält, geht aus meinen Angaben und Zeichnungen so viel hervor, dass kein Unterschied zwischen gewöhnlichen Haaren und Tastborsten sich bemerkbar macht: hier wie dort zeigt sich im Innern eine helle Substanz, die von Wabenlinien durchsetzt sein kann. Für unsere Untersuchungsmittel ist die homogene nervöse Substanz mit dem Hyaloplasma im Innern des Haares in Eins verschmolzen.“ „Bei Insekten kann die Borste in ganzer Länge stark chitinisiert bleiben, oder es beschränkt sich das Blasswerden auf die Endspitze, eine Eigenschaft, welche auch die Hafthaare mit den Tastborsten teilen können.“ (Leydig.)

Manche im Innern von Höhlen lebende augenlose Insekten, z. B. Arten von ***Anophthalmus, Adelops*** und Poduriden, besitzen an der Stelle der Augen ein oder wenige Tasthaare, welche auf einer kleinen Erhebung stehen. Zu dieser Erhebung erstreckt sich nach Joseph ein vom oberen Schlundnervenknoten ausgehender feiner Nerv. „Dieses Eintreten eines Tastnerven als Ersatz des Sehnerven dürfte andeuten, dass der Sehnerv bei niederen Tieren ursprünglich kein eigenartiger, sensorischer Nerv in der strengen Bedeutung ist, wie er bei Wirbeltieren (das Lanzetfischchen ausgenommen) erscheint. Ursprünglich nichts anderes als ein sensibler Nerv, hat er sich mit gleichzeitiger allmäliger Ausbildung eines vom Lichte affizierbaren Endapparats zu einem sensorischen Nerven umgebildet. Deshalb kann es nicht seltsam erscheinen, dass bei Untergang des Endapparates durch Nichtgebrauch und bei Schwund des Sehnerven an der Stelle des Körpers, welche durch Vererbung zum Sitz eines Endapparats für einen Sinnesnerv bestimmt ist, ein Zweig des Sinnesnerven der allgemeinsten Verbreitung, welcher den Tastsinn und Temperatursinn vermittelt, mit einem passenden Endapparat Ersatz leistet. Irrtümlich ist es aber, anzunehmen, dass die sensiblen Nerven der Körperbedeckung zur Lichtempfindung ausreichen. Wird ein augenloses Tier dem Lichte ausgesetzt, so wird es nicht durch das Licht, sondern bei wahrscheinlich erhöhtem Tast- und Temperatursinn durch die Einwirkung der mit dem Lichte verbundenen Wärmestrahlen, von welchen es mittels der in seinem Integument befindlichen Einrichtungen affiziert wird, veranlasst, eine Aenderung seiner Situation zu versuchen.“ („Naturforscher“. Von Sklarek. 1876. S. 469.)

Litteratur.

Leydig, F., Zur Anatomie der Insekten. (Müller's Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1859. S. 33—89, 149—183. Mit 1 Taf.)

—, Die Hautsinnesorgane der Arthropoden. (Zool. Anzeiger. 1886. S. 287—288.)

—, Zum feineren Bau der Arthropoden. (Müller's Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1855. S. 376—480. Mit 1 Taf.)

—, Anatomisches und Histologisches über die Larve von *Corethra plumicornis*. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie 1851. 3. Bd. S. 435—451. Mit 1 Taf.)

Dietl, M. J., Untersuchungen über Tasthaare. (Wiener Sitzber. Math.-naturwiss. Cl. 64. Bd. 1. Abt. 1871. S. 62—76. Mit 2 Taf.) — II. (ebenda 66. Bd. 3. Abt. 1872. S. 62—76.) — III. Beiträge zur vergleichenden Anatomie derselben. (Ebenda 68. Bd. 3. Abt. 1874. S. 213—228). Separat. Wien, 1872—74. 46 S.

d. Gegliederte Borsten.

In China lebt eine, in stehenden Gewässern sich aufhaltende Art von Insektenlarven, welche auf dem Rücken aller Brust- und Hinterleibssegmente, sehr lange gegliederte Borsten trägt. Diese Borsten sind so lang als der ganze Körper. Jedes Segment, mit Ausnahme des letzten, enthält vier derselben. Die Zahl der Glieder jeder Borste schwankt zwischen 12 bis 17 bei einem Individuum von $^1/_4$ Zoll Länge. Ein $^1/_6$ Zoll langes Tier hatte nur 7 Glieder an jeder Borste. Am letzten Segment befindet sich eine einzige, nach hinten gerichtete, siebengliedrige Borste, welche stärker ist als die übrigen. Jede dieser borstenähnlichen gegliederten Rückenanhänge ist von einer Trachee durchzogen.

Diese Larven wurden beschrieben von Adele M. Fielde in den „Proceedings of the Natur. Scienc. Philadelphia“ 1888 S. 129—130 und in ihren Teilen auf Tafel 8 abgebildet. Die unbenannte Larve gehört wahrscheinlich zu den Neuropteren.

Die Uebereinstimmung dieser merkwürdigen gegliederten Rückenborsten mit den Fühlern dürfte einiges Licht auf die Entstehungsweise dieser Kopfanhänge werfen und auch bei der Beurteilung der Beine ins Gewicht fallen. Man vergl. unten über gegliederte Schuppen.

e. Verzweigte und andere abnorme Haare.

Verzweigte, gefiederte oder spiralig gefurchte Haare sind bisher sehr wenig bekannt geworden. Aber schon Réaumur, Frederick Smith u. a. haben über das Vorkommen solcher Haare bei Insekten geschrieben. Näheres finden wir in einer neueren Publikation aus der Feder Edward Saunders', der eine gedrängte Mitteilung über das reichliche Vorkommen solcher Haargebilde im Jahre 1878 veröffentlichte.

Derartig geformte Haare finden sich nach Saunders nur bei den Anthophila (den bienenartigen Hymenopteren). Bei den Heterogyna, Fosseres und Diploptera sind die Haare einfach. Bei den Anthophilen finden sich gefiederte und verzweigte, oft mit einfachen untermischte Haare am ganzen Körper, soweit es behaarte Arten sind. Sie fehlen also bei den Arten von *Prosopis, Ceratina* u. a. Wenn aber der Körper behaart ist, so behauptet sich stets der Familiencharakter dadurch, dass die Haare gefiedert, verzweigt sind, usw.

Die schönste Ausbildung weisen die rund um den Hinterrand des Metathorax stehenden Haare auf, aber in einigen Gattungen, z. B. *Macropis, Dasypoda* und einigen Arten von *Andrena* finden sich solche an den Körbchen der Hinterbeine und bei *Chelostoma* in der Pollenbürste des Körpers.

Die Formverschiedenheit dieser Haare ist sehr auffallend;

bei einigen Arten sind sie einfach, bei anderen starr und verzweigt oder starr, gerade und mit einer vertieften Spirallinie versehen, bei noch anderen verzweigt und geschlängelt. So geformte Bürstenhaare kommen auch bei Arten vor, die ganz ebenso gebildete Haare am Hinterrücken besitzen; bei *Megachile*, *Osmia* und *Chelostoma* z. B. sehen die Haare des Metathorax sehr ähnlich aus; aber bei *Megachile* ist die Pollenbürste des Hinterleibes aus starren Spiralhaaren zusammengesetzt, bei *Osmia* aus einfachen, während sie bei *Chelostoma* aus langen, geschlängelten, fein verzweigten Haaren bestehen.

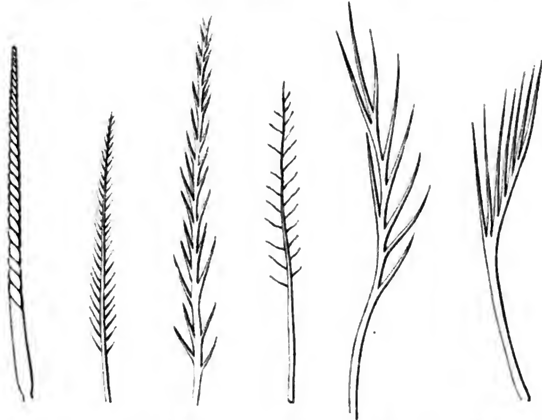


Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23.

Fig. 18. Ein Haar aus der Pollenbürste von *Megachile argentata* Lep. Nach Saunders.
Fig. 19. Ein gefiedertes Haar von *Megachile maritima* Kirby. Nach Saunders.
Fig. 20. Ein lang verzweigtes Haar vom Metathorax der *Colletes cunicularia* L. Nach Saunders.
Fig. 21. Ein mit abgezweigten Filamenten versehenes Haar aus der Pollenbürste einer *Chelostoma*-Art. Nach Saunders.
Fig. 22 und 23. Zwei starr verzweigte Haare von der Scopa eines Weibchens von *Colletes cunicularia* L. Nach Saunders.

Saunders unterscheidet bei den Blumenwespen demnach folgende Haarformen:

1. Einfache Haare an verschiedenen Körperteilen und an den Körbchen einiger Arten von *Andrena* u. a., und an der Pollenbürste von *Osmia* und *Anthidium*.

2. Einfache Haare, mit schwacher Verdickung oberhalb des Grundes, an den Körbchen von *Andrena albicans* ♀ u. a.

3. Starre, gerade Borsten mit vertiefter Spirallinie, welche die Pollenbürste von *Megachile* bilden und sich an den Hinterschienen von *Andrena albicans* ♂ u. a. finden. (Fig. 18.)

4. Gesägte oder kurz verzweigte Haare an der Brust und dem Hinterleibe der meisten Arten. Die Spitzen der Zweige der Körbchenhaare von *Dasypoda* ♀ sind mehr oder weniger keulenförmig verdickt. (Fig. 19.)

5. Haare mit langen Zweigen rund um den Metathorax von *Colletes, Eucera, Apis* u. a. (Fig. 20.)

6. Starre, dornig verzweigte Haare an den Körbchen von *Macropis* u. a.

7. Lange, geschlängelte, mit abgezweigten Filamenten versehene Haare an der Pollenbürste von *Chelostoma* u. a. (Fig. 21.)

8. Ziemlich starre Haare mit ein oder zwei kurzen Zweigen am Ende oder mit mehreren etwas abstehenden, zuweilen fächerförmig gebildeten Zweigen an einer Seite finden sich an den Schienen der Männchen und Weibchen von *Andrena albicans, Colletes cunicularia* und der meisten Arten der Andrenidae. (Fig. 22 und 23.)

9. Mit einer vertieften Spirallinie versehene, an der Spitze erweiterte, abgeflachte und zuweilen sehr verkürzte Haare an der Innenseite der Hinterschienen von *Andrena, Megachile* u. a.

Es frägt sich nun, meint Saunders, was diese, von der gewöhnlichen Form so sehr abweichenden Haare, die sich grösstenteils an den zum Pollensammeln dienenden Körperteilen befinden, für eine Bestimmung haben. Die Erklärung, dass sie sehr geeignete Organe zum Festhalten des Blütenstaubes seien und demnach als Sammelhaare anzusprechen sind, liegt so nahe, dass jede andere Deutung ausgeschlossen scheint. Es sind ja auch nur die Blumenwespen damit ausgerüstet. Unter diesen giebt es aber parasitische Gattungen, z. B. *Nomada, Coelioxys, Melecta* u. a., welche weder Körbchen noch Pollenbürste besitzen und keinen Pollen sammeln, sondern in die Nester pollensammelnder Blumenwespen (*Andrena, Anthophora, Megachile* u. a.) eindringen und in die Zellen derselben ihre Eier legen. Auch diese Schmarotzerbienen besitzen nun solche Haare. Indes bleibt es merkwürdig, dass gerade die zum Pollensammeln eingerichteten Körperteile allgemein bei den Blumenwespen jene so abweichend und unter sich so verschieden gebildeten Haare tragen.

Litteratur.

Saunders, Edward, Remarks on the hairs of some of our British Hymenoptera. Mit 1 Taf. (Trans. Entom. Soc. London, 1878. S. 169—171.)

f. Drüsenhaare.

Drüsenhaare und Drüsenborsten sind auf gewöhnliche Haare und Borsten zurückzuführen. Ihr Inneres ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche aus der zugehörigen Zelle entspringt.

Die cuticularen Haare überhaupt haben enge Beziehungen zu dem Zellkörper, von dem ein fadiger Fortsatz sich bis in das Innere des Haares erheben kann (Leydig). Vergl. S. 20.

In vielen Fällen hat der flüssige Inhalt der Borsten und Haare den Charakter eines Sekretes. Es liegen alsdann unterhalb der Haare (Fig. 24) wirkliche Drüsen, einzellige und mehrzellige. Leydig sah bei der Raupe von *Bombyx rubi* mehrzellige Beutelchen, bei der Raupe von *Dasychira pudibunda* kamen ihm einzellige Drüsen zu Gesicht, ebenso aus der Haut von *Telephorus*. Es können also die gewöhnlichen Elemente der Matrix des Chitinpanzers sich in Drüsenzellen umbilden. (Zool. Anz. 1886. S. 286.)

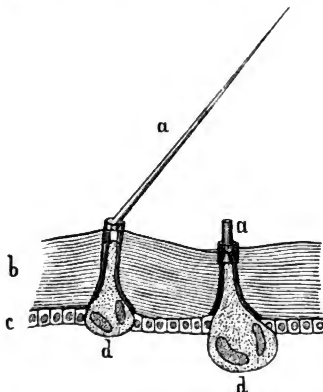


Fig. 24. Cuticula und Hypodermis einer *Gastropacha*-Raupe mit zwei Giftdrüsen (nach Claus). — a. Gifthaar; b. Cuticula; c. Hypodermis; d. Giftdrüse.

Die Ausflussöffnung des Sekretes ist an oder unterhalb der Spitze des Haares bei starker Vergrösserung zuweilen sichtbar, in den meisten Fällen jedoch nicht zu erkennen, weshalb Leydig glaubt, dass die Flüssigkeit durch Porenkanäle von unsichtbarer Feinheit nach aussen dringt. Jedoch gelangen die beim Anfassen der Raupe von *Saturnia carpini* äusserlich an den Haaren sich ansammelnden Sekrettröpfchen durch erkennbare Poren nach aussen. An den lufthaltigen Schuppen der Silberflecken von *Argynnis paphia* konnte Leydig Löchelchen in reihenweiser Anordnung unterscheiden. Auch die weiter unten zu behandelnden Duftschuppen enthalten eine Anzahl Oeffnungen (Weismann). Ueber die Oeffnungen an den Hafthaaren der Füsse vieler Insekten vergl. man Dewitz, Dahl u. a. [Siehe weiter unten.

Es ist anzunehmen, dass das Sekret je nach dem Sitz und der Funktion ein verschiedenes sein muss, da es bei einigen Insekten als giftige Flüssigkeit wirkt, bei anderen in jedem speziellen Falle einen besonderen Duft ausströmen lässt, bei noch anderen zum Anhaften der Füsse dient. Es ist darüber schon manches bekannt geworden, aber viel scheint noch nicht aufgeklärt zu sein.

Das Nesseln oder Brennen der Haare gewisser Raupen, z. B. der Prozessionsraupen, hängt mit Giftdrüsen zusammen. (Fig. 24.)

Die Nesselapparate der *Gastropacha pityocampa* wurden von Keller beschrieben. Die zu den Brennhaaren gehörigen Giftdrüsen sind birn- oder traubenförmig und vielzellig; auf einen Quadratmillimeter kommen etwa 30 von ihnen, auf eine Raupe etwa 5000. Die Haare sind mit einigen Widerhaken versehen und wirken durch ihr Gift. Ausser diesen erzeugen andere Haare mit vielen Widerhaken, jedoch ohne Drüse, einen mechanischen Reiz.

Nach Goossens beruht die nesselnde Wirkung nicht auf den Haaren, wird vielmehr durch einen in flüssiger Form aus Rückenwarzen ausgeschiedenen, an der Luft sogleich trocknenden Stoff erzeugt, der durch direkte Berührung oder durch den Wind als Staub übertragen wird.

Die böse Wirkung der nesselnden Eigenschaften der Prozessionsraupen schildert Ratzeburg in sehr eingehender Weise auf Grund persönlich an sich selbst gemachter Erfahrungen, worüber der geehrte Leser das Nähere an dem unten bezeichneten Orte nachsehen möge.

Ebenso rührt der Reiz, welchen die abbrechenden Haare der Bärenraupen *(Euprepia)* auf die menschliche Haut ausüben, von einer flüssigen Ausscheidung her, welche den in der Raupenhaut liegenden Absonderungsdrüsen entstammt, deren Mündung mit den Haaren in Verbindung steht (Leydig).

Litteratur.

Leydig, F., Zum feineren Bau der Arthropoden. (Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1855. S. 376—480. Mit 1 Tafel.)

Keller, C. Zur Kenntnis der Pinien-Prozessionsraupe (*Gastropacha* s. *Cnethocampa pityocampa).* (Schweiz. Forstzeitung. 1883. S. 117—126. Mit Holzschnitt. — Jahresber. Neapel. S. 120.)

Ders. Die brennenden Eigenschaften der Prozessionsraupen. (Kosmos 13. Bd. 1883. S. 302—306. m. Holzschn.)

Goossens, Th., Des Chenilles vésicantes. (Ann. Soc. Ent. France. 1886. S. 461—464. — Vergl. Bericht v. Bertkau. S. 170.)

Goossens, Th., Des Chenilles urticantes. (Ann. Soc. Ent. France. 1881. S. 231—236.)

Ratzeburg, J. Th. Ch., Ueber entomologische Krankheiten. (Stettiner Ent. Zeit. 1846. Bd. 7. S. 35—41.)

Bach, M., Studien und Lesefrüchte aus dem Buche der Natur. Köln, 1866. S. 143—152.

g. Schuppen.

Eine merkwürdige Hautbekleidung vieler Insekten sind jene äusserst kleinen, den Flügeln, Flügeldecken oder anderen Körperteilen

aufsitzenden Gebilde, welche Schuppen (*squamae*) genannt werden. Sie sind mit blossem Auge meist nur als Staub zu erkennen; unter dem Mikroskop erscheinen sie aber gewöhnlich als reihenweise, dachziegelförmig angeordnete Blättchen, die meist etwas länger als breit und am Ende abgerundet, zugespitzt, ausgerandet oder zwei- bis mehrspitzig sind. Sie sitzen auf den Flügeln der Schmetterlinge so lose, dass eine geringfügige Berührung genügt, sie von ihrer Ansatzstelle zu entfernen. Es giebt auch lange, schmale, linealförmige oder haarförmige Schuppen. Aufgerichtete Schuppen rufen ein krauses Aussehen oder wulstartige Erhebungen hervor.

Die Schuppen bekleiden die Hautteile, namentlich die Flügel und Flügeldecken in gleicher Weise wie die Haare, mit denen zusammen sie insofern eine einzige Gruppe von Anhangsgebilden der Chitinhaut darstellen, als sich zwischen Haaren und Schuppen alle möglichen Zwischenformen finden. Von diesen vermittelnden Haarschuppen abgesehen, zeigen die echten Schuppen einen merklichen Unterschied von den echten Haaren. Das ist ausser der verschiedenen Form der meistens lose Zusammenhang derselben mit der Haut, während gewöhnlich die Haare viel fester haften. Das Stielchen am Grunde der Schuppen ist nämlich (und darin liegt der wichtigste Unterschied gegenüber den Haaren) gegen die Ansatzstelle hin verjüngt (s. Fig. 27, 37, 38, 39), die Haare aber bleiben am Grunde gleichmässig kräftig (Fig. 16).

In weitem Umfange herrschend bilden die Schuppen ein charakteristisches Merkmal der Ordnung der Schmetterlinge (Schuppenflügler, Lepidoptera). Aber auch in anderen Ordnungen tritt die Schuppenbekleidung auf, namentlich bei vielen Käfern (Rüsselkäfer, Curculionidae), bei Trichopteren, und sehr vereinzelt bei den Neuropteren, Dipteren und Psociden.

Sehr selten fehlen die Schuppen, wo sie sonst normal sind. Frederick Bond beschreibt ein durch Zucht aus einer Raupe gewonnenes Exemplar von *Saturnia carpini* im „Entomologist“ Vol. 10. 1877. S. 1, dessen Flügel ganz durchsichtig und ohne alle Zeichnung sind; welches im übrigen aber vollkommen ausgebildet ist.

Bei den Schmetterlingen und manchen Käfern beruht die Färbung und Zeichnung der Flügel und Flügeldecken allein auf der Färbung der Schuppen. Die Flügelhaut ist gewöhnlich farblos und glashell, und die Flügeldecken in solchen Fällen einfach dunkel. Den glashellen Stellen der Flügel der Sesien und anderer Schmetterlinge fehlen die Schuppen.

Wie unter den Arthropoden (Gliederfüssern) vor allem die Schmetterlinge, so sind unter den Vertebraten (Wirbeltieren) bekanntlich viele Reptilien und die meisten Fische und unter den Säugetieren die Schuppentiere (*Manis*) mit Schuppen bekleidet, die aber den Haaren der Säugetiere und den Federn der Vögel nicht homolog sind.

Die im folgenden dargelegte Entstehungsweise der Schuppen

der Schmetterlinge wird zeigen, dass diese Hautanhänge denselben Ursprung haben, wie die Haare.

Entstehung der Schuppen.

Die Schuppen entstehen bei den Schmetterlingen während des Puppenzustandes. C. Semper ist es, dem wir die ersten genauen Aufschlüsse darüber verdanken. Derselbe untersuchte die Entstehungsweise der Schuppen an Puppen von *Saturnia carpini* und *Sphinx pinastri*.

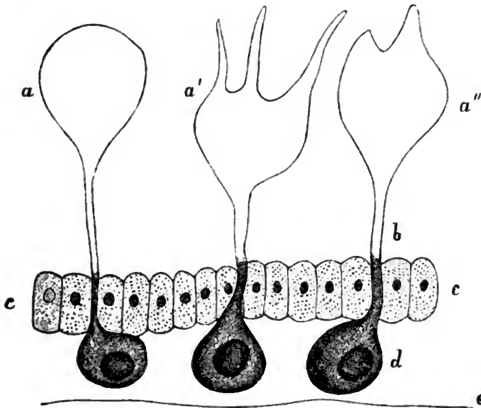


Fig. 25. Bildung der Flügelschuppen des Kiefernschwärmers, *Sphinx pinastri*; Durchschnitt durch einen Teil der Flügelhaut aus der Puppe. Nach Semper. — a, erste Anlage der Schuppe; a' und a'', weiter ausgebildete Stadien der werdenden Schuppe; b, der stielförmige Fortsatz; c, Hypodermiszellen; d, Bildungszellen der Schuppen; e, Grundmembran der Flügelhaut.

Die Schuppen gehen hervor aus flaschenförmigen Zellen der Hypodermis (s. Fig. 25). Diese Zellen (Bildungszellen der Schuppen) sind äusserlich verschieden von den gewöhnlichen Hypodermiszellen. Der kugelförmige, mit einem grossen Kerne versehene Zellleib (d) liegt tiefer als die normalen Zellen (c). Der von diesen umgebene obere Teil der kugelförmigen Zelle ist dünn und stielförmig (b), erweitert sich aber an der Oberseite der Hypodermis zu einer länglichen oder kugelförmigen Blase (a), welche die erste Bildungsstufe der zukünftigen Schuppe darstellt. Die Blase wird unförmlich gross, während der Stiel sich mehr und mehr verkürzt. Schliesslich tritt eine Rückbildung der Blase ein, bis die Form der Schuppe erreicht ist. „Eigentümlich ist es, dass nicht alle Schuppen des ganzen Flügels auf einmal ent-

stehen, sondern sich nacheinander bilden, so dass man an einem und demselben Flügel oft die verschiedenen Stadien der Schuppenbildung beisammen findet. Dies wird jedoch dadurch ausgeglichen, dass das Wachstum der Schuppen in ihren früheren Stadien sehr viel schneller vor sich geht als in den späteren, und also auch alle Schuppen ihre Vollendung so ziemlich zu gleicher Zeit erlangen."

So lange sich auf der Hypodermis noch keine Cuticula befindet, besteht der stielförmige Fortsatz der Bildungszelle samt der unausgebildeten Schuppe nur aus einer feinen Membran. „So wie aber die Cuticula aufgetreten ist, sieht man auch an den Schuppen und Haaren eine Verdickungsschicht entstehen, welche dort, wo das Haar oder die Schuppe an die Cuticula der Hypodermis stösst, mit dieser verschmilzt; der dünne Stiel, welcher die Schuppe mit ihrer Bildungszelle verbindet, scheidet noch auf eine kurze Strecke zwischen den Zellen der Hypodermis eine solche Verdickungsschicht aus, wodurch also die Verbindung der Schuppen mit ihrer stützenden Membran noch fester gemacht hat. Zuerst sieht man an den Schuppen nur eine einfache, ziemlich dünne Membran, bald aber bilden sich Längsstreifen auf derselben dadurch, dass nur an gewissen Stellen eine weitere Verdickung der ausgeschiedenen Membran stattfindet, und endlich beschränkt sich die fernere Ablagerung auf Querstreifen, welche sich zwischen den einzelnen Längsstreifen bilden. Jetzt ist bis auf das Pigment, welches bei manchen Arten noch in diese Schicht kurz vor dem Ausschlüpfen abgelagert wird, die Schuppe fertig. Ist die Schuppe fertig gebildet, so verschwinden ebenfalls die Bildungszellen derselben, der körnige Inhalt wird absorbiert; die Zellmembran geht zu Grunde, und es bleibt nur die chitinisierte Cuticula als Schuppe zurück, mit ihrer Wurzel festsitzend in einem Loche der Epidermis." „Ist die Bildungszelle der Schuppen verschwunden [gegen Weismann!], so hört auch jede weitere Ausbildung und Wachstum der Haare und Schuppen auf." (Semper.)

Bezüglich der gleichen Entstehungsweise der Schuppen und Haare heisst es bei Semper: „Ganz dieselbe Weise der Entwicklung zeigen die feinsten Haare der Schmetterlinge, welche also mit den Schuppen vollkommen identisch sind. Namentlich deutlich ist ihr Verhalten an den männlichen, stark gekrümmten Fühlern von *Saturnia carpini*. Jedes einzelne grössere Haar stellt eine von einer Lage Cylinderzellen gebildete Röhre dar, welche nur an der einen Seite jene feinsten Haare trägt. Diese dringen, gerade wie die Schuppen, zwischen den Zellen der Hypodermis hindurch und entspringen aus grossen runden Zellen, welche ebenfalls nur an einer Seite im Lumen des Haares liegen. Der übrige freie Raum wird von Flüssigkeit, Tracheen und Fettzellen ausgefüllt. Der einzige Unterschied zwischen den Schuppen und diesen Haaren liegt also nur in der äusseren Form; auch finden sich zwischen beiden die zahlreichsten Uebergänge." Man wolle hiermit die Entstehungsweise der Haare S. 20 vergleichen.

Litteratur.

Leydig, F., Zum feineren Bau der Arthropoden. Mit 1 Taf. (Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1855. S. 376—480.)

Semper, Carl, Beobachtungen über die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren. Mit 1 Taf. (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. 1857. Bd. 8. S. 326—339.)

Landois, H., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Schmetterlingsflügel in der Raupe und Puppe. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 21. 1871. S. 305—316.)

Weismann, A., Ueber Duftschuppen. (Zool. Anzeiger. I. 1878. S. 98—99.)

Schuppen der Schmetterlinge (Lepidoptera).

Bei diesen Insekten sind die Schuppen von sehr verschiedener Form. Gewöhnlich haben sie die Gestalt und die Lagerung querreihig angeordneter flacher Dachziegel, namentlich auf der Flügelfläche. Am Rande der Flügel stehen haarförmige Schuppen.

Die Schuppe eines Schmetterlingsflügels, z. B. Fig. 26, besitzt am Grunde ein kurzes, meist stiftförmiges Stielchen (*s*), womit sie in einer kleinen sackförmigen Vertiefung (*a*) der Flügelhaut (*h*) steckt. Das Stielchen stellt den oberen chitinisierten Teil des die ursprüngliche Schuppenblase tragenden Zellenfortsatzes dar. Die sackförmige Vertiefung scheint während der selbständigen Ausbildung des Schuppenstielchens durch die chitinige Ausscheidung der die einfallende Umwallung der Vertiefung stützenden Hypodermiszellen entstanden und oft durch weitere, aber engbegrenzte Wucherung der Cuticula an der einen Seite der Einsackung futteralartig geworden zu sein.

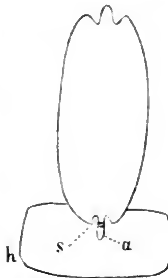


Fig. 26. Flügelschuppe vom Spitzenteile des Vorderflügels des Schwalbenschwanzes, *Papilio machaon* L. Origin. — a, Futteral des Schuppenstielchens; s, Stielchen der Schuppe in a eingesenkt; h, Flügelhaut.



Fig. 27. Flügelschuppe von *Bupalus piniarius* L. Orig. a, Futteral, in welchem d. Stielchen steckt; b, das freie Stielchen d. Schuppe.

Nach der Gestaltung der Schuppen sind zwei Hauptformen zu unterscheiden. Die Schuppen verschmälern sich entweder am Grunde und sind hier ganzrandig (Fig. 27.) oder am Grunde

beiderseits neben dem Stielchen ausgerandet. (Fig. 26.) Die Ausrandung wird von den Entomotomen „Sinus“ genannt.

Die erstere Form findet sich namentlich bei den Abend- und Nachtschmetterlingen (Heterocera), die letztere hauptsächlich bei den Tagschmetterlingen (Rhopalocera). Jene werden daher passend Heterocerenschuppen, diese Rhopalocerenschuppen genannt (vergl. Schneider.) Jene haben vorn gewöhnlich längere, diese kürzere Fortsätze (processus), die zuweilen auch fehlen.

Die kurzen, breiten Schuppen befinden sich namentlich auf der Flügelfläche. Die an den Flügelrändern sitzenden Randschuppen sind lang und schmal, ihre Prozessus teilweise sehr spitz oder fehlend; ein Sinus ist bei diesen Schuppen niemals vorhanden (Fig. 28 u. 29).

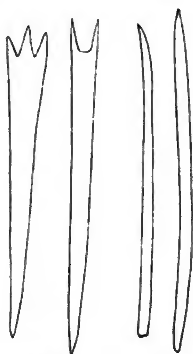


Fig. 28. Fig. 29.

Fig. 28. Zwei Schuppen vom Spitzenrande des Vorderflügels v. *Bupalus piniarius* L. Orig.
Fig. 29. Zwei haarförmige Schuppen derselben Art vom Hinterrande des Vorderflügels. Orig.

Die Schuppen der Unterseite sind bei den Tagschmetterlingen grösser als die der Oberseite und erinnern an die Heterocerenschuppen. Da die Flügelunterseite der Tagschmetterlinge gewöhnlich eine matte Färbung besitzt, wie bei den Heteroceren auch die Oberseite, so zeigt sich, dass matte Färbung mit Heterocerenschuppen, hellere und bunte Färbung mit Rhopalocerenschuppen verbunden ist. „Auf der Rückseite der Flügel aller Tagschmetterlinge sind die Farben mattere, gedämpftere; die hier befindlichen Schuppen sind grösser, als die auf der Oberseite, haben längere Prozessus und schwächeren oder gar keinen Sinus, nähern sich also den Heterocerenschuppen. Diejenigen Tagschmetterlinge, die auch auf der oberen Seite eintönige, mattere Färbung zeigen, wie besonders alle Satyriden, haben auch dort diejenigen Schuppen, welche dem Heterocerentypus näher stehen. Die Heteroceren selbst tragen ja fast ausnahmslos düstere und matte Farben, daher ist die Bildung ihrer Schuppen dem entsprechend.“ (Schneider.)

Die Schuppen sind, wie schon oben erwähnt, auf den Schmetterlingsflügeln reihenweise geordnet, derart, dass die Wurzel der Schuppen der vorderen Reihe von denen der folgenden bedeckt ist. Neuerdings hat Tetens entdeckt, dass in jeder Reihe zwei Schuppenformen miteinander abwechseln, indem je eine Schuppe der einen Form zwischen zwei Schuppen der andern Form steht, so dass jene diese, zwischen und über welchen sie liegt, grossenteils bedeckt. Wenn also je zwei der bedeckenden Schuppen sich mit ihren Rändern berühren, so ist die bedeckte Schuppe von oben unsichtbar. Tetens nennt die Form der oben liegenden grösseren Schuppen Deck-

schuppen, die Form der unteren, welche kleiner sind, **Grundschuppen**.

Die Deckschuppen sind sowohl bei nahe verwandten Arten und Varietäten, als auch bei den dichromen Geschlechtern einer Art verschieden gebildet; aber die Grundschuppen korrespondierender Flügelstellen bewahren bei nahe verwandten Arten ein mehr gleichartiges Aussehen. „Diese Differenzierung der Schuppen einer Flügelstelle in Deck- und Grundschuppen findet sich hauptsächlich auf der inneren Fläche der Flügel, sowohl auf der Ober- wie Unterseite, während nach den Rändern zu und besonders an der Basis andere und meist nicht in zwei Formen differenzierte Schuppentypen erscheinen; doch tritt sie nicht überall in gleicher Regelmässigkeit in der alternierenden Stellung je einer Deck- und Grundschuppe auf. So erscheinen auf einem Teile der Flügelunterseite bei *Gonopteryx rhamni* die hier sehr grossen Deckschuppen nur hin und wieder zwischen den auch an dem unverletzten Flügel deshalb deutlich sichtbaren Grundschuppen vereinzelt. Die beigefügte, nach einem Präparate angefertigte Zeichnung (Fig. 30) giebt ein instruktives Bild des Verhaltens der Deck- und Grundschuppen bei einem Männchen von *G. rhamni*; es stellt ein Stück der Mittelzelle des Vorderflügels von der Oberseite dar, wo zwischen und über den kurzen und nach vorn stark verbreiterten und am Vorderrande mehrfach ausgeschnittenen Grundschuppen die längeren zungenförmigen und an der Spitze ganzrandigen Deckschuppen stehen, von denen am Rande des Präparates einige durch den Schnitt einer feinen Scheere abgesprengt sind, während die unter und neben ihnen befindlichen Grundschuppen unverletzt stehen blieben. Man sieht hier in der blossgelegten Flügelhaut noch sehr deutlich die Anheftungsstellen, wo die abgesprengten Deckschuppen mit ihrem Stiel in der Flügelhaut eingefügt waren. In der obersten Reihe dieser Schuppen liegt rechts eine losgesprungene Deckschuppe auf den Grundschuppen über ihrer ursprünglichen Befestigungsstelle lose auf. Die äusserste Schuppe rechts in der zweitobersten Reihe ist eine Deckschuppe, die, von der typischen ganzrandigen Form abweichend, einen mehrfach ausgebuchteten Vorderrand zeigt, jedoch durch die grössere Länge und gestrecktere Form sich, im Einklang mit ihrer relativen Lagerung, als Deckschuppe charakterisiert.“ (Tetens.)

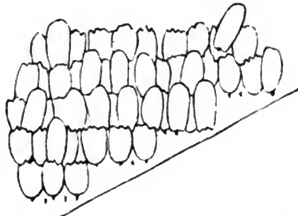


Fig. 30. Ein Stück aus der Mittelzelle der Oberseite des Vorderflügels des Citronenfalters, *Gonopteryx rhamni* L., dargestellt, um die Deck- und Grundschuppen zu zeigen. Nach Tetens.

Die Schmetterlingsschuppen sind in dieser Beziehung noch wenig bearbeitet.

Auch der Hinterleib, die Brust, der Kopf und die Beine der Schmetterlinge sind mit Schuppen bedeckt.

Die am Hinterleibe befindlichen Schuppen sind von sehr verschiedener Form und grösser als die der Flügel. Eingehende Untersuchungen belehrten Schneider, dass hier die Neigung, den Sinus zu verlieren, in noch höherem Grade vorhanden ist, als bei den Tagschmetterlingen an der Unterseite der Flügel. Die Hinterleibsschuppen der Rhopaloceren gleichen grösstenteils denen der Heteroceren; der Sinus fehlt meist völlig oder ist sehr schwach.

Indes sind allen diesen Schuppen des Hinterleibes meist noch kleinere beigefügt.

Auf dem Thorax der Rhopaloceren sind die Schuppen meist sehr klein, einige ähneln denen der Flügel, sind aber oft von unregelmässiger Gestalt und haben lange, spitze Fortsätze. Eine Art von Schuppen ist ganz merkwürdig; es sind kleine schwarz pigmentierte Gebilde von der schwankendsten Gestalt, mit meist fehlenden Fortsätzen, stets abwesendem Sinus und von ganz unbedeutender Grösse (Schneider). Bei Nymphaliden sind diese Gebilde schmal, lang und haarförmig, bei Pieriden (*Colias*) kugelförmig.

Bei den Hesperiden und bei den Heteroceren sind die Thoraxschuppen sehr gross, wie am Hinterleibe, oder noch grösser; ihre Fortsätze lang und spitz.

Die Schuppen der Beine sind meist länglich und von geringer Grösse, die der Schienen kleiner als die der Schenkel.

Litteratur.

Schneider, R., Die Schuppen aus den verschiedenen Flügel- und Körperteilen der Lepidopteren. Mit 3 Taf. (Zeitschr. f. d. gesamten Naturwiss. 51. Bd. 1878. S. 1—59.)

Kettelhoit, Th., De squamis Lepidopterorum. Bonnae, 1860. 32 S., 1 Taf.

Mayer, Staub der Schmetterlingsflügel. (Allgem. medizin. Central-Zeitung. 1860. Jahrg. 29. S. 772—774.)

Maddox, R. L., Remarks on the general and particular Construction of the Scales of some of the „Lepidoptera, as bearing on the structure of the Test Scale“ of Lepidocyrtus curvicollis. Mit 3 Taf. (Monthl. Microscop. Journ. Vol. 5. 1871. S. 247—266.)

Tetens, Hermann, Ueber das Vorkommen mikroskopischer Formenunterschiede der Flügelschuppen in Korrelation mit Farbendifferenzen bei dichromen Lepidopterenarten. Mit 1 Tafel. (Berliner Entom. Zeitschrift. 1885. S. 161—167.)

Doubleday, E., On the pterology of the Diurnal Lepidoptera, especially upon that of some genera of Heliconidae. (Proceed. Linn. Soc. London. 1848. T. 1. S. 348—350.)

Eigentümliche Schuppen männlicher Schmetterlinge.

Schon Baillif (1825) und Deschamps (1835) kannten eine eigentümliche Gattung von Schuppen, welche sie plumules (plumulae, Federchen) nannten, und die sich nur bei männlichen Schmetterlingen finden. Diese Schuppen sind an der Spitze gefranst oder fein zerteilt. Mayer unterschied durch diese Bildung die plumulae von den squamulae (echte Schuppen). Ch. Aurivillius nennt jene „Federbuschschuppen" (schwedisch: Tofsfjäll). Diese finden sich bei vielen Arten unseres Landes, z. B.

Pieris rapae,	*Pararge maera,*
„ *napi,*	„ *megaera.*
„ *brassicae,*	„ *egeria,*
„ *daplidice,*	*Hipparchia hyperanthus,*
Aporia crataegi,	*Satyrus semele,*
Euchloë cardamines,	*Argynnis paphia,*
Coenonympha pamphilus.	„ *adippe.*
Epinephele jurtina,	

Die Männchenschuppen, welche nur auf der Oberseite der Flügel vorkommen und in sehr verschiedener Weise hinsichtlich der Anordnung und Form auftreten, werden von Aurivillius, wie folgt, eingeteilt:

1. Federbuschschuppen. Fig. 31.
(plumulae penicillatae.)

An der Spitze in einen Büschel kleiner, feiner Borsten aufgelöst. Sie sind

a. pigmentiert und zu grösseren oder kleineren Flecken auf den Vorderflügeln gruppiert bei

Coenonympha pamphilus,	*Oeneis,*
Pararge,	*Argynnis paphia,*
Hipparchia,	„ *adippe,*
Epinephele,	„ *niobe,*
Satyrus,	„ *aglaja;*

b. nicht pigmentiert und über den grösseren Teil der Vorder- und Hinterflügel verbreitet. Diese finden sich bei allen Pieriden, welche überhaupt Männchenschuppen besitzen, z. B. *Euchloë cardamines, Pieris* und *Aporia.*

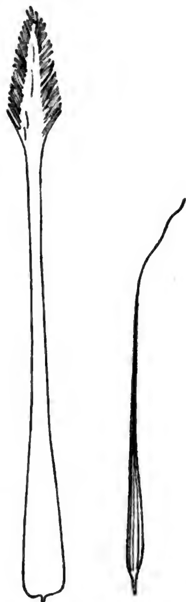


Fig. 31. Fig. 32.

Fig. 31. Federbuschschuppe von *Argynnis niobe* L. Nach Aurivillius.

Fig. 32. Spitzschuppe v. *Hesperia malvae* L. Nach Aurivillius.

2. Spitzschuppen. Fig. 32.
(plumulae subulatae.)

Den vorigen am nächsten kommend, aber an der Spitze in ein ungeteiltes Haar ausgezogen:

Hesperia (von einem Costalumschlag geschützt),
Papilio priamus, ulysses, adamantinus (in nackten Flecken).

3. Haarschuppen. Fig. 33.
(plumulae capillares.)

Haarfein, lang, gleich breit oder gegen die Spitze etwas breiter werdend, an dieser selbst abgerundet. Sie sind

a. unten in einen feinen Stiel verjüngt, am Rande ungleich und im Costalumschlag dicht gedrängt:
bei *Thanaos tages*,

b. am Grunde kaum verjüngt, an den Rändern gerade und über die Mitte des Flügels verbreitet:

Cupido icarus, *Cupido amandus*.
„ *bellargus*, „ *argyrognomon*.
„ *argester*,

4. Gliederschuppen. Fig. 34.
(plumulae articulatae.)

Gegliedert und dicht zusammengedrängt, und zwar:

a. von Deckschuppen geschützt:
Pamphila comma;

b. nicht von Deckschuppen geschützt:
Pamphila sylvanus,
„ *thaumas*,
„ *lineola*.

5. Fächerschuppen. Fg. 35.
(plumulae flabelliformes.)

Lang und schmal, am Ende aber verbreitert und abgerundet; in Ansammlungen von Federbusch- und Gliederschuppen vorkommend, bei:

Argynnis paphia,
„ *adippe*,
Pamphila sylvanus.

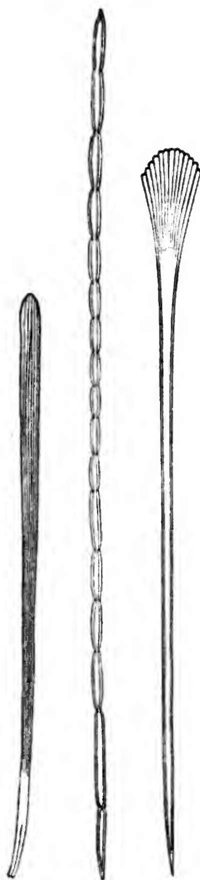


Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

Fig. 33. Haarschuppe von *Cupido icarus* Rott. Nach Aurivillius.
Fig. 34. Gliederschuppe von *Pamphila comma* L. Nach Aurivillius.
Fig. 35. Fächerschuppe von *Pamphila sylvanus* Esp. Nach Aurivillius.



Fig. 36. Blasenschuppen v. *Cupido icarus* Rott. Nach Aurivillius.

6. Blasenschuppen. Fg. 36.
(plumulae papillosae.)

Klein, kurz, spatelförmig, am Ende abgerundet, mit reihenförmig geordneten,

papillenförmigen Hervorragungen auf der Oberseite: bei den Arten von *Cupido*, ausgenommen *orion*, *alexis* und *eumedon*.

7. Punktschuppen.
(plumulae punctulatae.)

Den gewöhnlichen Schuppen sehr ähnlich, aber vorn ganzrandig und feiner skulptiert. Sie finden sich

a. in einem dem männlichen Schmetterlinge eigentümlichen Flecke an der Vorderecke der Mittelzelle der Vorderflügel von *Thecla pruni*, *album* und *rubi*;

b. in der Zelle 7 der Hinterflügel von *Zerene edusa*, wo sie dicht gedrängt stehen.

Mit den vorstehend besprochenen merkwürdigen Schuppen männlicher Schmetterlinge bringt Fritz Müller einen eigentümlichen, nur den Männchen eigenen Duft in Verbindung, der von jenen Schuppen ausgehen soll. Der Duft rührt von einer Abscheidung her, welche aus den Bildungszellen der Schuppen stammt.

Die Schuppe ist der Leitungsapparat eines ätherischen Oeles, welches in der die Wurzel der Schuppe umgebenden Zelle enthalten ist. Eine haarförmige Duftschuppe von *Papilio protesilaus* ist von einem einzigen Axenkanal (dem Leitungsapparat) durchzogen; mit zahlreichen Kanälen sind breite Schuppen versehen, und die Oeffnungen befinden sich dann entweder auf der Spitze feiner Fransen am Spitzenende, z. B. bei *Argynnis*, *Heliconius* u. a., oder die Fläche der Schuppen ist fein durchlöchert. Der dem ätherischen Oele entströmende Duft, den man deutlich an dem Finger wahrnimmt, wenn man etwa einem lebenden männlichen Weissling, *Pieris napi* oder *rapae*, den Flügelstaub mit den Fingern abwischt, geht ohne Zweifel von jenen Oeffnungen aus. (Weismann.)

Litteratur.

Aurivillius, Christopher, Ueber sekundäre Geschlechtscharaktere nordischer Tagfalter. Mit 3 Taf. (Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 5. Nr. 25. 1880. 50 S.)

Deschamps, B., Recherches microscopiques sur l'organisation des ailes des Lépidoptères. Mit 1 Taf. (Annales d. sc. natur. Sér. 2. 1835. T. 3. S. 111—137.)

Mayer, Staub der Schmetterlingsflügel. (Allgem. medizin. Central-Zeitung. 1860. Jahrg. 29. S. 772—774.)

Müller, Fritz, Ueber Haarpinsel, Filzflecke und ähnliche Gebilde auf den Flügeln männlicher Schmetterlinge. (Jenaische Zeitschr. f. Nat. 11. Bd. 1877. S. 99—114.)

Weismann, A., Ueber Duftschuppen. (Zool. Anz. I. 1878. S. 98—99.)

Müller, Fritz, Die Duftschuppen der Schmetterlinge. (Entom. Nachr. 4. Jahrg. 1878. S. 29—32; Auszug aus dem Kosmos 1877.)

Watson, John, On certain Scales of some Diurnal Lepidoptera. (Memoirs of the Literat. and Philosoph. Society of Manchester. Ser. III. Vol. 2. 1865.)

Watson, J., On the microscopical Examination of Plumules. (Entom. Monthly Magaz. Vol. 2. 1865.)

Watson, J., Further Remarks on the Plumules or Battledoor Scales of some of the Lepidoptera. (Memoirs of the Literat. and Philsoph. Soc. of Manchester. Ser. III. Vol. 3. 1869. S. 259—269. Taf. 5—7.)

Wonfor, F. W., On certain Butterfly Scales, characteristic of sex. (Quart. Journ. of Microscop. Sc. New Ser. Vol. VIII. 1868, S. 80—83, 1 Taf.; Vol. IX. 1869. S. 19—22, 426—428.)

Die Schuppen der Trichoptera.

Bei den Trichoptera (Haarflügler), auch Phryganiden genannt, finden sich auf den Flügeln

1. haarförmige Schuppen, Fig. 37 und 38. Diese sind den Haaren ähnlich, aber wie die Schuppen der Schmetterlinge am Grunde verdünnt, werden allmählich etwas breiter und sind am Ende wieder verschmälert, zugespitzt oder breit abgerundet. Sie entspringen aus einer kleinen ringförmigen Umwallung. In ihrem ganzen Aeussern unterscheiden sie sich von
2. echten borstenförmigen Haaren (S. Fig. 16), welche sich zwischen den haarförmigen Schuppen befinden; sie sind am Grunde nicht verschmälert, erheben sich vielmehr als kräftige Borste vom Grunde, bleiben gleichmässig stark, bis sie sich gegen das Ende hin verjüngen und zuspitzen. Die ringförmige Umwallung, aus welcher sie sich erheben, ist viel grösser als die der haarförmigen Schuppen.
3. Ausserdem ist die Flügelfläche bedeckt mit zahlreichen um vieles kleineren und zarteren, oft gekrümmten Härchen, welche zu mehreren sich zwischen den haarartigen Schuppen und den Borsten finden.



Fig. 37.



Fig. 38.

Fig. 37 und 38. Haarförmige Schuppen von den Vorderflügeln der *Phryganea grandis*. Orig.

Die haarförmigen Schuppen (Fig. 37 u. 38) sind in der Ordnung der Trichoptera ebenso herrschend, wie die eigentlichen Schuppen bei den Lepidoptera. Auch lassen sie sich, wie die Schuppen der Schmetterlinge, oft sehr leicht von den Flügeln abreiben, z. B. bei den, manchen Kleinschmetterlingen sehr

ähnlichen Arten der Gattungen *Leptocerus, Mystacides, Adicella* usw. Die abgeriebenen, am Finger haftenden Schuppenhaare dieser Trichoptera erscheinen wegen ihrer Kleinheit dem unbewaffneten Auge fast ebenso staubartig, wie die Schmetterlingsschuppen.

Es giebt nun einige Gattungen unter den Trichopteren, in denen die Flügel oberseits mit breiten schuppenartigen Gebilden dicht bekleidet sind, nämlich *Lepidostoma (Mormonia), Dinarthrum, Maniconeura, Monocentra.* Auffallenderweise finden sich diese breiten Schuppen nur bei den männlichen Tieren, während die weiblichen nur schuppenartige Haare und wirkliche Haare tragen.

Beim Männchen von *Lepidostoma hirtum* F. (Europa) stehen die Schuppen regelmässig, dazwischen sind zerstreute Haare; auch die Maxillartaster sind bei demselben Geschlechte dicht mit Schuppen bedeckt. Die Flügel des Männchens von *Dinarthrum pugnax* McLachl. aus Turkestan sind nach Mac Lachlan mit schwarzen unregelmässig stehenden, mit gewöhnlichen Haaren untermischten Schuppen versehen.

Lepidostoma, Dinarthrum und *Maniconeura* gehören zur Familie der Sericostomidae, *Monocentra* zu den Limnophilidae. Bei *Monocentra lepidoptera* Ramb. ist die ganze Oberfläche der vorderen Flügel mit niederliegenden schwarzen Schuppen (Fig. 39) bedeckt, ausser im Costal- und Subcostalfelde, und mit gewöhnlichen Haaren untermischt. Die Schuppen stehen sehr dicht und dachziegelförmig, namentlich auf der Mitte und am Grunde, sonst sparsamer. Auch die hinteren Flügel sind ziemlich dicht mit regelmässig angeordneten Schuppen bekleidet, ausser im Analteile. Aber auch in dieser Gattung ist bei dem weiblichen Geschlecht keine Spur von solchen Schuppen zu bemerken. (S. Mac Lachlan, Ann. Soc. Entom. France. 1868. S. 750, Taf. XII.) Diese Schuppen sind wohl nur als mehr ausgebildete Schuppenhaare (haarförmige Schuppen) aufzufassen, wie wir sie zahlreich unter den Trichopteren gefunden haben. Doch sind die Schuppen denen der Lepidopteren nicht gleich, sondern erscheinen mehr aufgeblasen und sind nicht gestreift.



Fig. 39. Eine Schuppe der Vorderflügel v. *Monocentra lepidoptera* Ramb. N. Mc. Lachlan.

Bei der sonstigen Aehnlichkeit zwischen den Trichopteren und manchen Lepidopteren, welche namentlich im Flügelgeäder, in den Mundteilen, und in der ganzen Körperbildung sich kundgiebt, ist die Bekleidung der Trichopterenflügel mit haarförmigen oder in seltenen Fällen mit wirklichen Schuppen ein neuer Beleg für die Verwandtschaft mit den Lepidopteren, was bisher noch unbeachtet geblieben ist. Denn auch in anderen Ordnungen vorkommende Schuppen sind hier immer nur auf einzelne Gattungen oder Gruppen beschränkt.

Schuppen auf den Flügeln einiger Neuroptera.

Unter den Neuropteren (sens. str. Brauer) ist das Vorkommen von Schuppen sehr selten. Mac Lachlan entdeckte sie am Grunde der Vorder- und Hinterflügel der Arten von *Isoscelipteron*, von denen eine Art in Südosteuropa und Kleinasien, eine andere in Nordamerika lebt. Die Weibchen von *Isoscelipteron flavicorne* besitzen indes keine Spur von Schuppen, und von *Isoscelipteron fulvum* wurden nur Männchen untersucht. Die Schuppen sind also nur von männlichen Tieren bekannt und es ist möglich, dass es sich um männliche Duftorgane handelt, wie bei den Lepidopteren und vielleicht auch bei den Männchen der obigen Trichopteren, *Lepidostoma, Dinarthrum etc.*

Litteratur.

Mac Lachlan, R., On the existence of „scales" on the wings of the Neuropterous genus *Isoscelipteron* Costa. (Entom. Monthl. Mag. Vol. 22. 1886. S. 215—216.)

Die Schuppen der Käfer (Coleoptera).

Unter den Käfern finden sich Schuppen vornehmlich bei den Rüsselkäfern (Curculionidae); sie bedecken in vielen Fällen fast den ganzen Körper und bewirken durch ihre Färbung die Farbe des Insekts, gerade wie bei den Schmetterlingen. Der Metallglanz mancher Rüsselkäfer, z. B. der Arten von *Entimus*, mancher Arten von *Cyphus* u. a. beruht auf der Färbung des Schuppenkleides. Bei *Entimus splendidus* sind auf den Flügeldecken nur die grossen flachen Vertiefungen mit grünmetallischen und goldfarbenen Schuppen besetzt. Bei dieser Art sind die letzteren flach und liegen dachziegelförmig

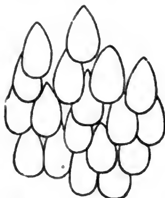


Fig. 40. Schuppenbekleidung aus d. Gruben d. Flügeldecken von *Entimus splendidus* F. Orig.

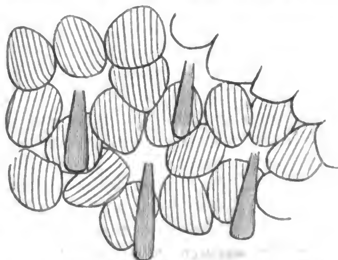


Fig. 41. Schuppenbekleidung von den Flügeldecken des *Cyphus deyrollei* Jekel. Orig.

übereinander (Fig. 40). Bei *Cyphus deyrollei* erscheinen sie muschelförmig und gewölbt, sind ziemlich kurz und breit und der Länge

nach mit vertieften Linien versehen. Die Zwischenräume zwischen diesen Linien sind gewölbt (Fig. 41).

Gewöhnlich sind die Schuppen der Rüsselkäfer matt gefärbt; ihre Bildung ist in den einzelnen Gattungen sehr verschieden, sie sind aber noch wenig untersucht.

Ferner befindet sich eine Schuppenbekleidung bei manchen, mit den Maikäfern *(Melolontha)* verwandten Gattungen und bei *Hoplia* u. a., sowie bei *Anthrenus*.

Unter den maikäferartigen Käfern ist eine Schuppenbekleidung ziemlich allgemein verbreitet; jedoch sind die Schuppen in manchen Gattungen haarähnlich. Schuppen finden sich bei *Lepidiota* (grosse Maikäfer Indiens, der Sundainseln etc.), *Coniopholis, Empecta, Encya, Polyphylla,* sowie bei *Hoplia, Lepisia, Ectinhoplia, Dichelus, Lepitrix. Eriesthis, Isonychus, Ceraspis, Ancistrosoma* und anderen mit *Hoplia* verwandten Käfergattungen.

Auch in einigen Gattungen der Hirschkäfer (*Lucanidae*) sind Schuppen auf den Flügeldecken und anderen Körperteilen ein bezeichnendes Merkmal; sie finden sich bei *Pholidotus humboldti* Schönh. (*lepidosus* Mac Leay) und *spixii* Perty Brasiliens, wo die Ober- und Unterseite des Körpers und die Flügeldecken mit eiförmigen, ganz flachen und dicht anliegenden Schuppen bedeckt sind. Auch Arten von *Sclerostomus,* einer mit *Dorcus* nahe verwandten Gattung Chiles, sind mit eigentümlichen runden Schuppen bekleidet; ebenso *Oonotus adspersus* Boh. in Natal, *Scortizus maculatus* Klg. Brasiliens und *Lissotes reticulatus* Westw.; schliesslich der mit *Lamprima* verwandte *Cacostomus* (*Lepidodes*) *squamosus* Newm. Australiens.

Ein sehr dichtes Schuppenkleid findet sich bei den Arten von *Leperina* und *Gymnochila* (Gattungen der Familie der *Nitidulidae*), welche Australien, Asien und Afrika bewohnen, während die nahe verwandte *Nosodes scabra* Europas der Schuppen entbehrt.

Alle diese und obige und noch andere Gattungen der Käfer sind hinsichtlich der Schuppen nur ungenau bekannt. Aber in jeder Art ist die Form derselben eine andere.

Fischer unterschied unter den Schuppen der Käfer folgende Formen:

1. Muschelschuppen, von der Gestalt einer Muschel (Pecten), mehr oder weniger eirund oder kreisrund, am freien Ende meist abgestumpft, am Grunde in einen kurzen Stiel verlängert, der Länge nach erhaben gestreift, die Streifen perlschnurförmig gekörnelt. (*Cneorhinus.*)
2. Metallblattschuppen, meist schön glänzend, grün metallisch, gewöhnlich länglich lanzett- oder blattförmig, selten kurz, zuweilen etwas aufgebogen, meist mit kurz abgesetztem Stiele, auf der Fläche äusserst fein und einfach gestreift. *(Phyllobius argentatus.)*
3. Granulationsschuppen, von einer Schicht dichtgedrängter

Körnchen bedeckt, von sehr verschiedener Form, kreisrund, eirund, lanzettlich usw., von Farbe weiss oder gelblich, zuweilen blau oder grün, auch mit Perlmutterglanz. (*Otiorhynchus gemmatus, Hoplia, Polyphylla fullo, Ptinus 6-punctatus.*)

4. Haar- und Zottenschuppen, von denen die ersteren am Ende mehr oder weniger zugespitzt, allenthalben mit kurzen, abstehenden Härchen besetzt und stets weiss gefärbt sind *(Ceutorhynchus, Valgus)*, während die letzteren breiter und mit längeren zottigen Härchen besetzt und grünlichgelb gefärbt sind (*Chlorophanus pollinosus*). Das Blatt der Schuppe ist ungestreift, zeigt aber im ersten Falle dichtere, im zweiten Falle spärlichere Granulationen.
5. Faserschuppen. Auf deren Oberfläche erscheinen zunächst zerstreute Granulationen, dann beständig büschelförmig gruppierte Fasern, die am Ende der Schuppe ungleichmässig hervorragen und aus fest zusammenhängenden, reihenweise gestellten Granulationen bestehen, welche letztere gleichsam in Form starrer Fasern eine grössere Selbständigkeit erlangt haben, als bei anderen Schuppen. *(Anthrenus.)*

Litteratur.

Dimmock, G., The scales of Coleoptera. Mit Fig. (Psyche. Bd. 4. 1883. S. 3—11, 27, 43—47, 63—71. — P. Mayer, Bericht 1883, S. 113.)

Fischer, L. H., Mikroskopische Untersuchungen über die Käferschuppen. Mit Fig. (Isis. VI. 1846. S. 401—421. — Erichson, Bericht 1846. S. 13.)

Lindenberg, Beschreibung des Brasilischen Rüsselkäfers (Curculio imperialis). (Naturforscher. 1777. Stück 10. S. 86—87. 1 Taf.; — 1780. Stück 14. S. 211—220. 1. Taf.)

Schuppen bei Fliegen (Diptera).

Dass auch bei einzelnen Arten dieser Insekten Schuppen auftreten, deuten schon die Namen *Lepidomya* (Schuppenfliege) und *Lepidomyia* an, deren Körper mit zerstreuten kleinen weissen Schuppen bekleidet ist; sowie *Lepidophora* und *Lepidoselaga.*

Schuppen der Thysanuren und Poduriden.

Die Schuppen dieser merkwürdigen flügellosen Hexapoden sind denen der Schmetterlinge sehr ähnlich. Sie sitzen der Haut mit ihrem kurzen Stielchen nur sehr lose an und können schon bei geringer Berührung abgelöst werden. Sie sind von verschiedener Gestalt, kurz oder gestreckt oder rundlich, gross oder klein. Bei

Machilis maritima bedecken sie nach Oudemans, der diese Gattung ausgezeichnet untersuchte, fast den ganzen Körper, wie bei den Lepidopteren. Auf den Schwanzborsten stehen die Schuppen in Kränzen. Auf dem Kopfe, den Tastern, den ersten zwei Antennengliedern und den Beinen, die Tarsen ausgenommen, stehen die Schuppen weniger dicht. Unbeschuppt sind die Mundteile, die Augen, die Nebenaugen, die übrigen Antennenglieder, die Tarsen, die Klauen, die fussartigen Anhänge des Hinterleibes, die äusseren Geschlechtsteile, die Umgebung des Anus und die ausstülpbaren Bläschen. Gut entwickelt sind die parallelen Längsleisten auf der Oberseite der Schuppen; sie sind durch feine Querleisten miteinander verbunden.

Lepisma ist ganz ähnlich beschuppt wie *Machilis*. *Nicoletia, Campodea* und *Japyx* entbehren der Schuppen. Aber die Poduriden (Collembola) sind grösstenteils damit bekleidet.

Die Schuppen der Collembola sind kurz und breit, gegen den Grund hin verschmälert und hier mit einem kleinen, der Haut eingefügten Stifte versehen; am Ende sind sie breit, abgestutzt oder abgerundet (Fig. 42).



Fig. 42. Schuppe v. *Lepidocyrtus cyaneus*. Tullb. Nach Tullberg.

Bei Lubbock und Tullberg sind Schuppen abgebildet.

Nach Sommer sitzen bei *Tomocerus plumbeus* die Schuppen nur lose in den schwach vertieften Grübchen, welche mit der Hypodermis in keinem Zusammenhange stehen sollen. Bei den sich oft wiederholenden Häutungen werden die Schuppen (Sommer S. 41) mit der alten Cuticula ganz abgelegt und zeigen mit den neuen, unter der alten Cuticula liegenden Schuppen keinen Zusammenhang.

Litteratur.

Lubbock, John, Monograph of the Collembola and Thysanura. London 1873. 276 S., 78 Taf. (Publ. von der Ray Society.)

Oudemans, J. T., Beiträge zur Kenntnis der Thysanura und Collembola. (Bijdragen tot de Dierkunde. S. 149—230. Mit 3 Taf.) Fol. 1888.

Tullberg, Tycho, Sveriges Podurider. Mit 12 Taf. (Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Bd. 10. Nr. 10. 1872. 70 S.)

Sommer, Albert, Ueber Macrotoma plumbea. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Göttingen. 1884. 45 S.

Schuppen einiger Holzläuse (Psocidae).

Einige ausländische Gattungen der Holzläuse (Psocidae) nehmen sich ihren Verwandten gegenüber dadurch ganz fremdartig aus, dass die Oberseite ihrer Vorderflügel und teilweise auch die Beine

(Schenkel) und der Thorax mit Schuppen bedeckt sind, wie bei den Lepidopteren.

Es sind die Gattungen:

Amphientomum, einige Arten auf Ceylon, eine in Nordamerika; fossil auch im Copal Ostindiens und Sansibars und im Bernstein Ostpreussens; sowie

Perientomum auf Ceylon.

Die Schuppen sind breit, eiförmig, vorn und hinten allmählich verschmälert. In der beistehenden Figur (Fig. 43) ist die Spitze des

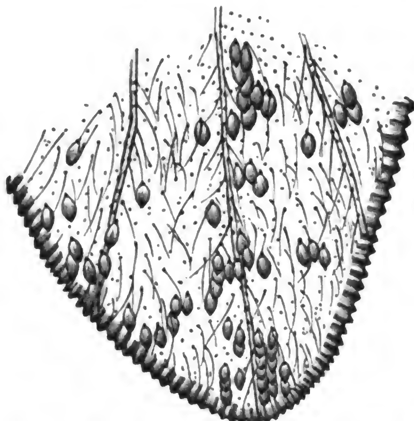


Fig. 43. Spitzenteil des Vorderflügels von *Amphientomum trichopteryx* Hg. zum Teil noch mit Schuppen bedeckt. Sehr vergrössert. Orig.

Vorderflügels von *Amphientomum trichopteryx* Hg. aus Ceylon dargestellt. Die Schuppen sind hier nur noch teilweise vorhanden. Die Punkte bezeichnen die Ansatzstelle der verloren gegangenen Schuppen. Sie decken sich in Längslinien und liegen dachziegelförmig übereinander. Mit der Schuppe zugleich entspringt aus jeder Ansatzstelle ein Haar, was sehr merkwürdig ist.

Bei *Perientomum gregarium* sind nach Hagen die Vorderflügel mit schwarzen Schuppen bekleidet, die mit silber- und goldfarbenen untermischt sind. Hinten am Thorax von *Perientomum superbum* Hg. befinden sich goldfarbene Schuppen und ebensolche auch zwischen den schwarzen der Vorderflügel. Auf den Flügeln der *Syllisis caudata* Hg. sind die gold- und silberfarbenen Schuppen zu prächtigen Zeichnungen gruppiert. Bei *Perientomum trichopteryx* Hg. sind ausserdem auch die Schenkel an der Innenseite mit Schuppen bedeckt.

h. Absonderungen aus der Körperhaut.

Manche Insekten sondern aus der Körperhaut, entweder direkt durch Poren oder Drüsengänge, jeder Art oder Gattung eigentümliche Stoffe ab, welche teils einen Schutz des Tieres zu bilden scheinen, teils als Verteidigungsmittel dienen oder einen sonstigen Faktor in den jeweiligen Lebensverhältnissen bilden.

Es sind einzelne Zellen oder Vereinigungen von Zellen der Hypodermis, welche die Absonderung vermitteln, also wie Hautdrüsen wirken. Die Cuticula durchbohrende Porenkanäle (vergl. Fig. 44b, S. 48) sind wie gewöhnlich die Ausführungsgänge der secernierenden Zellen. Auf diese Weise entsteht die wollige Substanz mancher Blatt- und Rindenläuse, z. B. bei *Pemphigus xylostei*, welche auf einem strauchartigen Gaisblatt, *Lonicera xylosteum*, lebt. Auch *Pemphigus bursarius* auf Pappeln, *Schizoneura lanuginosa* auf Ulmen und noch andere in Gallen lebende Arten erzeugen ein wollig aussehendes Sekret. Dieses ist wahrscheinlich wachsartig; die dasselbe abgebenden Drüsen werden „Wachsdrüsen" genannt. — Nach Witlaczil scheiden „diese Hautdrüsen eine wachsartige Substanz aus, welche sich bei der Bewegung der Tiere in der Galle abreibt und teils dieselbe mit einer für wässerige Feuchtigkeit undurchdringlichen Schicht, teils die von den Tieren entleerten flüssigen Exkremente, die sich in jeder Galle finden, mit einer diese in Form einer Kugel zusammenhaltenden Haut überzieht, und so die Lebensweise der Gallenläuse möglich macht." (Zool. Anz. 1882. S. 241.)

Dorthesia urticae, eine in der Form schneeweisser Körperchen bei uns in Gebüschen auf Brennesseln lebende Schildlausart, hat ihr Aussehen von einer wachsartigen Hülle, welche als ziemlich feste Masse am Körper sitzt und namentlich nach hinten zu ein Futteral bildet, in welchem das flügellose Insekt mit dem Hinterleibe steckt.

Gewisse grössere, mit den Leuchtzirpen nahe verwandte Cicadiden wärmerer Erdstriche, z. B. *Flata limbata* in China und *Phaenax auricoma* in Mexiko, sondern eine ziemliche Menge schneeweissen Wachses ab, welches in langen Strängen den Hinterleib umkleidet und zuweilen einen langen Schopf bildet. Es entsteht zwischen den Segmenten des Hinterleibes und erneuert sich wieder, wenn es abgerieben wird.

Viele Blattläuse (Aphiden) besitzen am Hinterleibe zwei Röhren, die sogenannten Honigröhren, aus welchen sie eine süsse, zuckerhaltige, wasserhelle Flüssigkeit tropfenweise hervorkommen lassen, welche von Ameisen aufgesogen wird. Diese Flüssigkeit wird „Honigtau" genannt. Die Röhren sind einem Porenkanale aufsitzende Fortsätze der Cuticula, welche vom drittletzten Rückensegmente als zwei kleine Erhebungen entspringen. Witlaczil sagt über diese Absonderungsorgane: „In den Zuckerröhren und den darunter befindlichen Partien des Rückens lagert sich bei den Aphiden Zuckerstoff in Zellen

des Bindegewebes in Form von Kügelchen ab. Diese grossen „Zuckerzellen" unterliegen, an die Luft tretend, der Destruktion, indem der Zucker in Nadeln krystallisiert und so jede Zelle in eine radialfasrige krystallinische Masse verwandelt. — Ein Muskel verläuft von einer hufeisenförmig umgrenzten Stelle in der Mitte der flachen Endplatte der Zuckerröhre durch diese und quer durch das Abdomen zur Bauchfläche. Durch diese Muskeln werden zuzeiten die Zuckerröhren aufgerichtet und man findet dann, sowie auch, wenn man einen gelinden Druck auf den Leib des Tieres ausübt, an den Spitzen der Zuckerröhren Klümpchen krystallisierten Blattlauszuckers." (Zool. Anz. 1882. S. 241.)

Wir finden in den Gallen der Blattläuse, namentlich in denen von *Schizoneura lanuginosa* an Ulmen, kleine sich später zu Tropfen vereinigende Tröpfchen einer wasserhellen, zähen und klebrigen Flüssigkeit, deren Substanz schon Ratzeburg für gummiartig hielt. Letzteres ist von Liebermann bestätigt worden. Die Zusammensetzung der Substanz entspricht ungefähr der Formel $C_6 H_{10} O_5$. Es ist noch fraglich, ob diese gummiartige Substanz wirklich eine Ausscheidung der Blattläuse ist. Zutreffenden Falles würde dann zum ersten Male wirkliches Gummi als tierische Substanz nachgewiesen sein; denn der von Landwehr als „tierisches Gummi" beschriebene Bestandteil des Mucins ist nicht mit Sicherheit als Gummi zu betrachten. Liebermann nennt die bei Aphiden sich findende gummiartige Substanz „tierisches Dextran". Scheibler bezeichnet als „Dextran" eine in unreifen Rüben entdeckte Gummiart. S. mathem. u. naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. V. 1886—1887. S. 62, 108; Naturw. Rundschau. III. Jahrg. 1888. S. 543.

Auf Neu-Seeland giebt es eine *Coccide, Ctenochiton elaeocarpi* Mask., dessen Weibchen nach Maskell von Zeit zu Zeit aus dem Einschnitte am Hinterleibsende eine Röhre hervorstreckt, einen Tropfen entleert und die Röhre dann wieder einzieht. Die Röhre besteht aus zwei Gliedern, von denen das Endglied dünner und in das vorhergehende eingezogen ist. Das ausfliessende Sekret überzieht die Blätter, und es sammelt sich auf ihm ein Pilz an. Indes hat der Beobachter niemals gefunden, dass andere Insekten an dem Sekrete lecken, wie das die Ameisen an dem Honigsafte der Blattläuse thun. (Bertkau, Bericht. 1887. S. 65.)

Der von allen echten Wanzen bekannte unangenehme Geruch rührt von einer unterseits am Metathorax gelegenen, zwischen den Hinterbeinen ausmündenden Stinkdrüse her.

Litteratur.

Claus, C., Ueber die wachsbereitenden Hautdrüsen der Insekten. (Marburger Sitzungsber. 1867. S. 65—72.)

2. Die Färbung der Insekten.

a. Die Verschiedenheit der Färbungsverhältnisse und der Sitz der Farben.

Die Färbung der Insekten ist eine so mannigfaltige, oft so unscheinbare, oft so ausserordentlich lebhafte oder bunte in allen möglichen Mustern, sowie an Abstufungen in den zartesten Tönen so reiche, dass es schwierig ist, sie unter gedrängten Gesichtspunkten zu beschauen. In der That ist eigentlich noch sehr wenig und kaum etwas Zusammenhängendes über die Farben der Insekten bekannt.

Manche äusserlich gleiche Farben scheinen chemisch ganz verschieden zu sein, während verschiedenartige einander nahe verwandt sind.

Anziehend ist die Beziehung der Färbung zu den mannigfaltigen Einflüssen, welche von aussen her die Farbe der Hautdecke bedingen. Diese Verhältnisse sind von den Naturforschern in einigen Fällen studiert.

Die Farbe der Chitinhaut und ebenso diejenige der Hypodermis bieten, gleichwie der farbenerzeugende Einfluss des Lichts, ein noch grosses Feld für Untersuchungen unbekannter oder wenig bekannter Verhältnisse chemischer, mechanischer und physikalischer Natur. In den folgenden Kapiteln mitgeteilte Versuche können manchen Entomologen fruchtbringend beschäftigen.

Licht und Schatten, Luft und Wasser, Wärme und Kälte, Feuchtigkeit und Trockenheit der Atmosphäre und schliesslich die Nahrung, bedingen, jedes in seiner Art und in jedem einzelnen Falle die Färbung der zu einer Insektenspecies gehörigen Einzelwesen. Mangel an Licht erzeugt weisse oder bleichgelbe, Lichtfülle bunte, Kälte matte, Wärme lebhafte Färbung. Es sind Nyancen derselben Farbenart, welche durch verschiedene Licht- und Wärmegrade hervorgerufen werden; verschiedene Nahrung ist in manchen Fällen die Ursache der Bildung verschiedener Farbenarten.

Auf den folgenden Seiten werden die verschiedenen Gattungen und Arten der Färbungen und, soweit die Resultate der bisherigen und wenig umfangreichen Forschungen dies gestatten, die den verschiedenen Färbungen zu Grunde liegenden Ursachen dargelegt werden.

Der Farbstoff liegt entweder in der Chitinhaut, Cuticula (Fig. 17c), oder in der unter dieser befindlichen Zellschicht oder Hypodermis (Fig. 17d). Die Chitinhaut ist nämlich häufig gelb oder gelbbraun bis dunkelbraun gefärbt. Diese Farbe verbleicht nicht nach dem Tode und lässt sich weder durch Kochen in Alkohol noch durch ein anderes Lösungsmittel ausziehen. Die dunkle Farbe der Chitinhaut liegt gewöhnlich nur in deren oberen Schichten, während die unteren

Schichten gelb sind. Beim Ausschlüpfen des Insekts aus der Puppe sind die oberen Schichten von den unteren nicht verschieden gefärbt und werden erst allmählich dunkler, während sie gleichzeitig erhärten. Die Ausfärbung und Erhärtung geht nicht immer an der freien Luft vor sich, denn Maikäfer, Nashornkäfer u. a. verlassen ihr Puppengehäuse erst, wenn sie ganz ausgebildet sind.

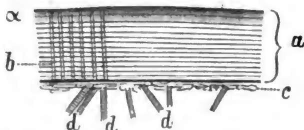


Fig. 44. Durchschnitt durch die Chitindecke des Vorderrückens von *Oryctes rhinoceros* L. Orig. a, Cuticula; α, obere dunkle Schicht derselben; b, einige der zahlreichen Porenkanäle; c, Reste von Hypodermiszellen; d, Muskelfibrillen.

Aus beistehender Figur, welche den Durchschnitt durch einen Teil des festen Hautpanzers eines indischen Nashornkäfers, *Oryctes rhinoceros*, zeigt, ist das eben Geschilderte zu ersehen.

Auch die Schuppen sehr vieler Schmetterlinge enthalten nach Schatz einen nicht oder nur schwer löslichen Farbstoff, der vermutlich der Chitinschicht angehört. Es sind „alle dunkelbraunen bis tiefschwarzen Farbentöne, welche wir bei der überwiegenden Mehrzahl der Schmetterlinge, ja fast bei allen Arten in einigen Flecken oder Punkten beobachten und welche auch die Grundfarbe der meisten so prachtvoll blauschillernden Morphiden und Lycänen sind. Dieser Farbstoff lässt sich fast gar nicht durch kochenden Alkohol ausziehen, etwas leichter schon mit zweiprozentiger Soda- oder schwacher alkoholischer Kalilösung.“

Während die Chitinhaut der grünen Raupe des Abendpfauenauges, *Smerinthus ocellatus*, ganz farblos ist, gehören die intensiv roten und schwarzen Flecke der Schwalbenschwanzraupe (*Papilio machaon*) der Chitinhaut an und nur die gelbe Hauptfarbe des Körpers stammt aus der unter der Chitinhaut liegenden Zellschicht, der Hypodermis (Leydig).

Der Farbstoff der Hypodermis liefert gewöhnlich die hellen und lebhaften Farben (grün, gelb, orange oder rot), mit welchen sehr viele Insekten geschmückt sind. Aber diese Farben verbleichen gewöhnlich nach dem Tode und lassen sich durch Kochen in Alkohol mehr oder weniger leicht ausziehen. Dieser Farbstoff ist wenigstens in zahlreichen Fällen an das körnige Pigment der Hypodermis gebunden. Die Entstehung des den Farbstoff bedingenden Pigments hängt nach Semper (Natürliche Existenzbedingungen der Tiere. 2. Bd. S. 232) ohne Zweifel von physiologischen Prozessen im Körper jedes Individuums ab.

In manchen Fällen bleiben die Hypodermalfarben, wie Hagen anführt, nach dem Tode unverändert. Sie sind dann besser geschützt und fast luftdicht eingeschlossen, z. B. gewisse Farben der Flügeldecken und Flügel, der Haare, Schuppen und Körperanhänge. Dennoch

verbleichen die hypodermalen Farben der Schuppen mancher Schmetterlinge sehr schnell.

Die Färbung der Chitinhaut ist oft eine ganz andere, als die der pigmentierten untergelagerten Hypodermis. Dies ist nach Graber z. B. bei den Laubheuschrecken (*Locusta*) und der Feldgrille (*Gryllus campestris*) der Fall, deren Hypodermis braun, bezw. rot pigmentiert ist, während die äusserlich ganz grüne, beziehentlich schwarze Färbung „teils durch die lichtbrechende Beschaffenheit, teils durch die Eigenfarbe der vorgelagerten Chitinhaut" erklärt wird. (Insekten I. 1877. S. 17.)

In den Flügeldecken der Arten von *Cicindela* gehören die hervortretenden metallischen Farben der Cuticula, die weissen Flecke und Linien der Hypodermis an. Durch die Wucherung des Farbstoffs der Cuticula ist die Abänderung der Flecke in ihrer Anordnung, Grösse und Form zu erklären. (Hagen, Color and Pattern, S. 244.)

Es giebt im tropischen Amerika Käfer, welche willkürlich, gleich den Chamäleons, ihre Körperfarbe ändern können. So fand de Lacerda bei Bahia eine Coccinellide (?) von schöner roter Farbe mit zwei schwarzen Flecken auf den Flügeldecken und schwarzer Fühlerspitze; er setzte den Käfer auf seine Hand und sah, dass dessen Flügeldecken plötzlich gelb oder hellrot wurden, während deren Seitenrand durchsichtig oder weisslich erschien. Nach einigen Minuten trat wieder die frühere Farbe hervor, um noch drei- oder viermal in der beschriebenen Weise zu wechseln. Sallé hat ähnliche Erscheinungen in Mexiko an einer Cassidide beobachtet und meint, dass auch der eben besprochene Käfer zu den Cassididen gehöre. (Ann. soc. ent. de France. Bullet. 1862. S. 32.)

Ueber die Natur der Farbstoffe finden sich die besten Angaben in den diesbezüglichen Abhandlungen von Krukenberg. Dieser Physiologe unterscheidet drei Gruppen von Farbstoffen: die Lipochrome, Uranidine und Hämoglobine.

Die Lipochrome (Fettfarbstoffe), im Tier- und Pflanzenreiche weit verbreitet, sind nach Krukenberg charakterisiert durch ihre Unzerstörbarkeit bei der Verseifung mit siedender Natronlauge in wässeriger wie alkoholischer Lösung, durch die Blaufärbung im trockenen Zustande durch koncentrierte Schwefelsäure oder starke Salpetersäure, durch ihre Lichtempfindlichkeit, durch ihre Zusammensetzung aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und endlich durch ihre grüngelbe, gelbe, orangene und rote Färbung.

Wahrscheinlich gehen die Lipochrome in den meisten Fällen aus fettartigen Stoffen hervor; denn häufig sind sie an Fett gebunden und lassen sich auch leicht in cholestearinartige Körper überführen. „Aber zweifellos entstehen die Lipochrome auch noch auf andere Weise, aus Lipochromogenen oder aus Pigmenten, welche keine direkte Verwandtschaft mit den Lipochromen erkennen lassen." Die

gelben, grünen, orangenen oder roten Hautteile der Insekten verdanken ihre Färbungen mit geringen Ausnahmen gelösten, körnig oder diffus abgelagerten Lipochromen; z. B. die gelben bis roten Farbstoffe in den Flügeldecken der Coccinellen, wahrscheinlich auch die anderer rot gefärbten Käfer (*Elater, Purpuricenus*), welche sich im frischen Zustande durch Alkohol, Aether usw. ausziehen lassen. Die Zugehörigkeit dieser Farbstoffe zu den Lipochromen ergiebt sich aus ihrer Reaktion gegen Schwefel- und Salpetersäure. In den Spektren der orange bis rot gefärbten alkoholischen Auszüge von *Chrysomela populi* vermochte Krukenberg von Lipochrombändern nichts zu entdecken, aber bei längerer Aufbewahrung der eingetrockneten Gewebe nahmen die Pigmente einen lipochromoiden Charakter an.

Zuweilen erscheint die grüne oder gelbgrüne Farbe metallisch, nämlich bei vielen Arten der Cassididae. Der metallische Glanz verschwindet aber nach dem Tode. Die Thatsache jedoch, dass, wenn die metallisch glänzenden Flügeldecken des Insekts unterseits mit Glycerin bestrichen werden, der Metallglanz erhalten bleibt, spricht nach Hagen (S. 244) dafür, dass die Farbe an Fettstoff gebunden ist. Cassiden, lebend in Alkohol gelegt, behalten den Metallglanz jahrelang, wenn sie in dieser Flüssigkeit verbleiben.

Die gewöhnlichen Farbstoffe in den Schmetterlingsschuppen sind gelbe, grüne und rote. Diese lassen sich durch Alkohol auskochen, so dass die Schuppen fast farblos werden; Chitinfarben und Interferenzfarben (siehe unten) bleiben bei Anwendung dieses oder anderer zum Lösen von Farben dienender Mittel unverändert.

Ein in Alkohol ausgekochter Flügel des Citronenfalters giebt seine Farbe an den Alkohol ab, der schön gelb erscheint. Ebenso verhält sich die grüne Unterseite und das prächtig blaugrüne Band der *Epicalia obrinus;* der Alkohol färbt sich in letzterem Falle blaugrün. Die grasgrüne *Colaenis dido,* unsere *Geometra papilionaria* und zahlreiche andere, auch orangefarbene und rote Arten zeigen dasselbe Verhalten. Es gelang aber niemals von blauen Schuppen durch ein Lösungsmittel einen blauen Farbstoff zu erhalten. Vielleicht sind alle blauen Farben der Schmetterlinge optische (siehe unten), wie auch Krukenberg für die blauen Vogelfedern konstatiert hat. Wahrscheinlich ist es in manchen Fällen eine über dem dunklen Grunde gelagerte trübe Schicht, welche die Schuppen blau erscheinen lässt.

Eigentümlicherweise geben manche Schmetterlingsschuppen an das Lösungsmittel einen anderen Farbstoff ab, als die Schuppen selbst zeigen: die orangefarbene *Eurema proterpia* giebt, gleichwie die blutrote *Eurema coccinata* an Alkohol nur einen gelben Farbstoff ab. Vielleicht ist hier die rote Farbe eine Mischung von wirklichem Farbstoff mit einer optischen Farbe. (Schatz.)

Eine und dieselbe Farbe wird in verschiedenen Gruppen auf ganz verschiedene Weise erzeugt, was daraus hervorgeht, dass das Rot auf den Flügeln der Pimpinellen-Motte durch Salpetersäure in Gelb ver-

wandelt wird, während das Rot der Flügel des Admiral-Schmetterlings keine solche Veränderung erleidet. (Wallace, Kosmos. 4. Bd. S. 128.) Die gelbe Farbe der Flügel von *Gonopteryx rhamni* lässt sich, wie vorhin erwähnt, durch Auskochen des Flügels leicht ausziehen; der gelbe Farbstoff von *Danais cleona* ist jedoch sehr widerstandsfähig.

Als Uranidine fasst Krukenberg jene gelben Farbstoffe (und zwar bei den Insekten die lymphatischen Farbstoffe von *Hydrophilus, Dytiscus, Oryctes, Melolontha,* Lepidopterenpuppen usw.) zusammen, „welche unter Mitwirkung von Fermenten (sei es, dass solche bei der Melanose zerstört, sei es, dass diese dabei überhaupt erst in Wirksamkeit treten) in bräunliche oder dunkelviolette, gegen lipochromatische Lösungsmittel und Alkalien, teilweise auch gegen Säuren widerstandsfähige Massen verwandelt werden.“ Das Zustandekommen der Melanose durch die Anwesenheit eines Uranidines wurde von Fredericq aufgeklärt (Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique. 3. Sér. T. 1. 1881. S. 487 — 490). Dieser Vorgang ist dadurch merkwürdig, dass durch eine, nur kurze Zeit unterhaltene Erwärmung auf etwa 55° C. die Oxydation und somit auch die melanotische Verfärbung nicht zu stande kommt.

Neben dem gelben Uranidin finden sich nach Krukenberg bei verschiedenen Käfern und Schmetterlingspuppen noch andere Farbstoffe, welche für die einzelnen Arten sehr konstant und auch spektroskopisch gut gekennzeichnet sind. „So findet sich in der bräunlichgelben Lymphe von *Saturnia pernyi, Callosamia promethea* und *Telea polyphemus* ein, nach der Verseifung der ausgesalzenen Seife leicht durch Aether, unvollständig oder gar nicht durch Petroläther zu entziehendes, chlorophanartiges Lipochrom und in der gelbgrünen von *Saturnia pyri* wie von *Platisamia cecropia* neben diesem Pigmente noch ein anderes, dessen Spektrum ein breites Band um D zeigt, das aber sowohl auf Essigsäure- oder Ammoniakzusatz wie auch nach längerem Erwärmen der Lymphe auf 66° C. schwindet.“

Den Hämoglobinen liegen Eiweissverbindungen zu Grunde. Sie finden sich unter den von Krukenberg untersuchten Insekten nur in den Larven von *Chironomus.*

Nach Slater hängt die lederähnliche Färbung mancher Insekten, z. B. aus den Familien der Dynastidae, Melolonthidae, Elateridae, mit der Anwesenheit von Tannin in der Haut dieser blatt- resp. holzfressenden Käfer zusammen.

Bei vielen Insekten ändert sich die Farbe nach dem Gesichtswinkel, unter welchem der betreffende Teil der farbigen Körperhaut betrachtet wird, oder sie erscheinen wenigstens bei auffallendem Lichte anders als bei durchfallendem Lichte. Hierher gehören die prächtigsten Farben der Tiere überhaupt, namentlich vieler Vögel und Insekten. Ausser dem Silber- und Goldglanz sind es die Schiller- und Regenbogenfarben (Irisfarben).

Solchen Farbenerscheinungen liegt kein Farbstoff zu Grunde; vielmehr ist es die Beschaffenheit der oberen Haut oder der Hautschichten, wodurch die Farben hervorgerufen werden. Diese werden daher Strukturfarben oder optische Farben genannt.

Viele der prächtigen optischen Farben beruhen auf der Interferenz des Lichtes und entstehen, wenn von fein gestreiften, spiegelnden Oberflächen, oder auf dünne Plättchen eines durchsichtigen Körpers fallendes Licht, oder bei zwei übereinander liegenden Plättchen das von dem oberen und von dem unteren Plättchen, also zweimal gebrochene Licht reflektiert wird. Die hierbei auftretenden Farben sind subjektive, weil sie mit der Veränderung des Sehwinkels, unter dem wir sie wahrnehmen, sich gleichfalls verändern.

Der Perlmutterglanz entsteht nach Leydig durch den Einfall des Lichtes in die zart geschichtete Cuticula.

Die prachtvoll violette Färbung an der Flügelspitze der *Callosune ione* wird nach Schatz durch Kombination der wirklichen oder Stofffarbe mit Interferenzfarbe hervorgebracht. Ursprünglich sind die Schuppen karminrot gefärbt; da sich aber noch eine blaue Interferenzfarbe beimischt, so erscheint die violette Farbe.

Die blauen Farbentöne, z. B. das prachtvoll schillernde Blau der Morphiden, verdanken nach Schatz ihre Entstehung „wahrscheinlich weniger der Interferenz der Lichtstrahlen, als einer über dem dunklen Grunde gelagerten trüben Schicht (siehe oben) der Schuppen, durch welche das Licht an denselben reflektiert wird.“ Die Schuppen der Morphiden sind in Wirklichkeit braun, wie man bei durchfallendem Lichte sieht; auch ist nur die Oberseite der Schuppen blauglänzend, die Unterseite einfach braun. Aber die blauen Schuppen von *Urvilliana* sind auch auf der Unterseite glänzend blau; bei durchfallendem Lichte erscheinen sie hellgelb. Die smaragdgrünen Schuppen von *Priamus* zeigen bei durchfallendem Lichte ein hochrotes Orange, und die orangegelben des *Croesus* ein tiefes Grasgrün. (Schatz.) Die eigentliche Färbung der Schuppen genannter Arten hat auf die Interferenzfarbe keinen Einfluss; sie können sogar ungefärbt sein. „Sehr schön kann man dies beobachten, wenn man die Schuppen in Kanadabalsam legt, wobei die feurigen Farben sofort verschwinden, und sie nur in ihrer ursprünglichen, meist sehr blassen Farbe erscheinen.“ Stofffarbe erscheint sowohl bei auffallendem als auch bei durchfallendem Lichte unverändert.

Die häutigen Flügel sehr vieler Insekten, namentlich Hymenopteren, Libellen, Coleopteren usw. zeigen bei auffallendem Lichte meist sehr schön die Irisfarben. Die Flügel der eben aus der Nymphenhülle hervorgekommenen Libellen irisieren besser als die der ausgebildeten Stücke; dies rührt nach Hagen daher, dass die beiden Hautschichten der Flügel noch einen Zwischenraum aufweisen.

Nach Leydigs Untersuchungen enthalten die Schuppen mancher Schmetterlinge eine Luftschicht, wodurch dieselben entweder

weiss oder silberglänzend erscheinen. Diese optischen Farben werden als objektive bezeichnet, weil sie bei jeder Ansicht sich gleich bleiben.

Die Silberflecken der Perlmutterfalter *(Argynnis)* entstehen durch Verbindung von Interferenzerscheinungen mit wirklichen farbigen Stoffen. „Die Perlmutterfarben liegen in den Schuppen und sind bedingt einerseits durch Interferenz des Lichtes und Pneumaticität der Schüppchen. Letztere bei starker Vergrösserung betrachtet lassen feine Löchelchen erkennen, je zu beiden Seiten reihenweise nach der Länge eines scheinbaren hellen Wulstes angeordnet. Die Löchelchen erstrecken sich auch über den Längenwulst herüber und bedingen die Querstrichelung der Schuppe. Diese Löchelchen oder Kanälchen sind lufthaltig. Wird die Schuppe mit Wasser befeuchtet, so wird die Luft herausgetrieben und sammelt sich zu Säulen oder in flächiger Ausbreitung auf den Schuppen. Ist daher in der Schuppe wirkliches Pigment, ein körniges braunes oder schwarzes ausgeschlossen, so ruft die Luft in den Kanälen oder Poren den Silber- oder Perlmutterglanz in gleicher Weise hervor, wie der Luftgehalt in den Tracheen bekanntlich den Silberglanz bedingt.“ (Leydig.)

Wie aus den einzelnen der obigen Mitteilungen hervorgeht, sind also optische Farben stets daran zu erkennen, dass sie bei durchfallendem Licht einer ganz anderen Farbe Platz machen, als sie bei auffallendem Lichte zeigen.

Farbige Hautsekrete finden sich bei manchen Rüsselkäfern (*Lixus, Larinus, Chlorophanus*) und am Hinterleibe mehrerer Libellenarten, z. B. *Libellula depressa* ♂. Diese Sekrete erscheinen als ein puderartiger Belag, der bei *Libellula* himmelblau, bei den genannten Rüsselkäfern gelb, gelbgrün oder rötlich ist. Leydig hält diesen leicht abstreifbaren Ueberzug für eine wachsartige Substanz. Der dem „Pflaumenreif ähnliche Ueberzug“ (Roesel), welchen die Puppe des Apollofalters an sich hat, lässt, wie Leydig (Zool. Anz. 1885. S. 756) meint, das Blaue dadurch entstehen, dass er, wie bei dem reifen Steinobst, als trübes Mittel auf dunkler Unterlage wirkt.

Dujardin und v. Siebold erklären auch die weissen wolligen Anhänge verschiedener Insekten, z. B. *Dorthesia, Psylla, Aphis* und Cicadiden, für Wachs. „Der Stoff verflüchtigt schnell beim Erhitzen und verdampft, auf Papier erwärmt, mit Hinterlassung eines Fettfleckes.“ (S. Hemmerling.)

Manche Insekten, z. B. Schildkäfer (*Cassida*) Heuschrecken (*Locusta*) und Florfliegen (*Chrysopa*) enthalten nach Leydig Chlorophyll, welches bei vorrückender Jahreszeit und an dem absterbenden Insekt, wie in den Blättern der Bäume, braun wird. Im Spätherbst und Winter wird bekanntlich die grüne Farbe der *Chrysopa vulgaris*, welche noch zu Anfang des Winters in der freien Natur vorkommt, in eine braune verwandelt. Nach Krukenberg liegt hier

aber keine echte Chlorophyllfärbung zu Grunde. Auch ist der grüne Farbsoff bei *Locusta* durch Lösungsmittel leicht zersetzbar.

Die vorstehenden Erörterungen enthalten in einigen Zügen das im grossen ganzen über die Färbungsverhältnisse der Insekten Bekannte; sie mögen indes die noch sehr unvollständige Kenntnis von diesem Gegenstande beweisen und die Anatomen, Physiologen, Chemiker und Physiker aufmuntern, sich dieses Teiles der Biologie, welcher zu vielen ausserhalb liegenden Verhältnissen Beziehung hat, anzunehmen. In den folgenden Abschnitten werden einige durch den Einfluss äusserer und innerer Verhältnisse hervorgerufene Veränderungen der Farben behandelt werden.

Litteratur.

Leydig, F., Bemerkungen über Farben der Hautdecke und Nerven der Drüsen bei Insekten. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. 12. Bd. 1876. S. 536—550. Mit 1 Taf.)

Krukenberg, C. Fr. W., Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Farbstoffe und der Farben. Heidelberg, 1884. 102 S.

Cameron, P. Notes on the Coloration and Development of Insects. (Trans. Ent. Soc. London. 1880. S. 69—79.)

Hemmerling, Hermann, Ueber die Hautfarbe der Insekten. Bonn, 1878. 27 S.

Slater, J. W., On the presence of Tannin in certain Insects, and its influence on their colours. (Trans. Ent. Soc. London. 1887. T. III. Proceed. S. 32—34.)

Sorby, H. C., On the Colouring Matter of some Aphides. Mit Holzschn. (Quart. Journal of microscop. sc. N. Ser. Vol. 11. 1871. S. 352—361.)

Buckton, C. B., Monograph of the British Aphides. London. 1879. Vol. II. S. 167.

Latham, A. G., The causes of the Metallic Lustre of the Scales on the wings of certain Moths. (Proceed. Lit. a. Philosoph. Soc. Manchester. Vol. 3. 1864. S. 198—199. — Quart. Journ. microsc. sc. N. Ser. Vol. 4. 1864. S. 48—49.)

Hagen, Dr. H. A., On the Color and Pattern of Insects. (Proceed. of the American Acad. of Arts a. Sc. 1882. S. 234—267.)

Müller, Fritz, Dr. H. A. Hagen, The color and pattern of insects. (Kosmos. 13. Bd. 1883. S. 466—469.)

Weismann, A., Studien zur Deszendenz-Theorie. Vol. II. 1876. Die Entstehung der Zeichnung bei den Schmetterlings-Raupen.

Schatz, E., Die Familien und Gattungen der Tagfalter systematisch und analytisch bearbeitet. (Zweiter Theil von: Exotische Schmetterlinge von Dr. O. Staudinger und Dr. E. Schatz.) 1. Liefer. 1885. S. 29—31.

Goureau, Mémoire sur l'irisation des ailes des insectes. (Anal. Soc. Entom. de France. 2. Sér. 1. Vol. 1843. S. 201—215.)

Heer, O., Einfluss des Alpenklimas auf die Farbe der Insekten. (Froebel u. Heer, Mitth. aus dem Gebiete der theoret. Erdkunde. 1836. T. 1. S. 161—170.)

Prittwitz, O. F. W. v., Bemerkungen über die geographische Farbenverteilung unter den Lepidopteren. (Stett. Entomol. Zeit. 1855. Bd. 16. S. 175—185.)

Laboulbène, A. et M. Follin, Note sur la matière pulvérulente qui recouvre la surface du corps des Lixus et de quelques autres Insectes. (Ann. Soc. Ent. de France. 1848. T. 6. S. 301—305. Mit Fig.)

Coquerel, Ch., Note sur la prétendue poussière cryptogamique qui recouvre le corps de certains insectes. (Ann. Soc. Entom. de France. 1850. T. 8. S. 13—15.)

Brauer, F., Beobachtungen in Bezug auf den Farbenwechsel bei *Chrysopa vulgaris*. (Verhandl. k. k. Zool.-botan. Gesellsch. Wien. 1852. S. 12—14.)

b. Einfluss der Feuchtigkeit der Atmosphäre auf die Farbe.

Die Thatsache, dass gesättigt dunkle und bunte Farben meistens an eine feuchte, sauerstoffreiche Atmosphäre, eigentümlich matte aber an dürre Orte, Wüsten, gebunden sind, berechtigt zu der Annahme, dass der Grad der Feuchtigkeit von Einfluss auf die Art der Färbung ist.

Untersuchungen in dieser Beziehung sind uns nicht bekannt. Wir glauben den Einfluss nur zu erkennen aus den zu beobachtenden Thatsachen.

Auf öden Sanddünen sich aufhaltende Arten von *Cicindela*, z. B. *hybrida* und *maritima*, sind sandfarben bis erdgrau gefärbt, aber *Cicindela campestris*, welche grasbewachsene Plätze liebt, ist gesättigt grün.

Sympycna fusca, eine Art der Wasserjungfern (Libellulidae), welche sich gern in dürren Kieferwaldungen aufhält und sich an Baumstämme setzt, ist grau und graubraun gefärbt. Niemals findet man an denselben Orten die nahe verwandten grünen *Lestes*-Arten, welche besser bewachsene Orte und namentlich die grünen Ufer der Gewässer vorziehen, in denen sie geboren wurden.

Die Uebereinstimmung der Körperfarbe mit derjenigen der Umgebung wird in anderer Hinsicht so aufgefasst, als ob das Tier um seines Schutzes willen so gefärbt sei, und diese Färbung wird deswegen als schützende bezeichnet. Eine solche Färbung bietet auch wahrscheinlich einige Gewähr, dass ihr Träger von nachstellenden Feinden nicht so leicht erkannt werde.

Auf dem blossen Erdboden oder Sandboden sich aufhaltende Rüsselkäfer, z. B. Arten von *Hylobius, Barynotus, Liophloeus, Cneorhinus,*

Cleonus u. a. sind mehr oder weniger so gefärbt, dass sie sich von der Farbe des Bodens wenig oder nicht abheben. Auf Wiesen und in Gebüschen lebende Arten derselben Familie, z. B. *Phyllobius*-, *Polydrusus*-, *Chlorophanus*-Arten sind meist grün, gelbgrün oder metallisch gefärbt.

Dass die mit üppiger Vegetation besetzten Tropenlandschaften viele intensiv gefärbte Insektenformen aufweisen, ist also nach obigem ebenso erklärlich, wie die Thatsache, dass manche der in unseren Breiten lebenden, gegen die tropischen Formen teilweise wenig zurückstehenden Arten von *Vanessa* und *Chrysophanus* gleichfalls nur die reich bewachsenen Oertlichkeiten bewohnen. Doch hat hier sicher auch das Licht Einfluss; denn versteckt lebende Insekten sind in den tropischen Ländern ebenso matt gefärbt als bei uns.

Die meist weniger lebhaften Farben der tropisch-afrikanischen Schmetterlinge verhalten sich ebenso zu der Farbenpracht einer sehr grossen Zahl tropisch-amerikanischer Arten derselben Ordnung, wie die trocknere Atmosphäre des ersteren Erdteils zu der feuchten des letzteren.

c. Einfluss der Temperatur und des Lichts auf die Farbe.

Wenn wir der Wirkung der feuchten Atmosphäre im vorigen Abschnitte viel Einfluss bei der Bildung gesättigter Farben zuerkannten, so folgt doch aus dem mehr oder weniger grossen Farbenreichtum tropischer Gegenden, wo Feuchtigkeit der Atmosphäre der Wärme sich zugesellt, dass auch der letzteren ein Anteil an der Farbenfülle gebührt. Auch das Licht schafft Farben durch Einwirkung auf die Pigmente, ebenso sehr aber auch durch seine physikalische Wirkung den ausgezeichneten Farbenglanz und Farbenschiller. In kalten Erdgegenden und auf hohen Bergen sind die Insekten matt gefärbt; einfach braune, schwarze, blaue oder gelbe Arten herrschen vor. Dem Lichte entzogene Tiere, z. B. die in Höhlen, in der Erde, im Innern von Pflanzen lebenden, sind weiss oder weissgelb. Metallisch gefärbte Arten der Ebene treten im höheren Gebirge in dunklen Varietäten auf. Der gewöhnlich glänzendgrüne *Carabus auronitens* kommt im höheren Gebirge schwarz oder braun vor, z. B. auf den Schweizer Alpen, in Siebenbürgen, Auvergne; ebenso ist der bronzefarbene *Carabus alpinus* zuweilen braun. Von dem in Siebenbürgen oft prächtig grünen *Carabus glacialis* Mill. giebt es ebendort Stücke mit braunen Flügeldecken.

Ein naheliegendes Beispiel für den Einfluss wärmerer Klimate auf die Farben haben wir an dem Citronenfalter (*Gonopteryx rhamni* L.), der in den Mittelmeerländern in der Form *cleopatra* vorkommt, deren Vorderflügel oberseits mit Ausnahme der Ränder orangerot gefärbt sind. Ebenso die südeuropäische Lokalrasse *Vanessa ischnusa*, bei der das Rot das ihrer Stammart, *Vanessa urticae*, überwiegt. Auch die intensiver

gefärbten südeuropäischen Rassen deutscher *Cetonia*-Arten fallen unter diese Betrachtung.

Die Weisslinge (Pieridae) wärmerer Länder (tropisches Amerika und tropisches Asien) sind oft recht bunt gefärbt, obgleich sie in den gemässigten Zonen meistens ganz weiss sind. Auch die mit unserer *Anthocharis cardamines* nahe verwandte *A. euphenoides* Südeuropas ist viel bunter, nämlich lebhaft gelb mit orangefarbener Flügelspitze im männlichen Geschlecht. Keferstein weist darauf hin, dass sich auf der Unterseite der Flügel mancher Pieriden unter dem Aequator oft brennendrote Farben finden. Die *Colias*-Arten und Varietäten des hohen Nordens sind viel heller und blasser als diejenigen des gemässigten Europa. Auch im Gebirge sieht man die Coliaden in weissem Kleide. Von der bei uns im männlichen Geschlecht zitronengelben, im weiblichen grünlich weissen *Colias palaeno* L. beschrieb Schilde eine auf weibliche Stücke aus dem Norden begründete Varietät *cretacea*, die auf beiden Flügelseiten kreideweiss gefärbt ist. *Polyommatus alciphron* Deutschlands tritt gegen die lebhafter, rötlich gefärbte südliche Varietät *gordius* zurück. Bei den Bombyciden fällt es auf, dass ein und dieselbe Art in Nordeuropa dunkler gefärbt ist, als in Deutschland, z. B. *Harpyia furcula* bei uns weissgrau, in Nordfinnland fast ganz schwarz, worüber man das Kapitel über den Melanismus (S. 76—82) vergleichen möge.

Alfred Russel Wallace erinnert daran, dass die Tropenzone zahlreiche mattgefärbte Formen aus allen Gruppen des Tier- und Pflanzenreiches besitzt, und meint, dass es irrig sei, wenn dieser Zone nur Farbenpracht zugeschrieben werde. „Die Insekten sind in tropischen Ländern im allgemeinen wundervoll farbenprächtig, und irgend Jemand, der eine Sammlung südamerikanischer oder malayischer Schmetterlinge betrachtet, würde jede Idee zurückweisen, dass dieselben nicht lebhafter gefärbt seien, als durchschnittlich die europäischen Arten, und darin würde er wahrscheinlich Recht haben. Untersuchen wir die Sache aber näher, so finden wir, dass alle brillanter gefärbten Gruppen ausschliesslich tropisch sind, dass dagegen bei allen weit verbreiteten Gattungen zwischen den Arten der kalten und warmen Länder wenig Unterschied in der Färbung stattfindet. So stehen die europäischen Eckflügler, zu denen das schöne Pfauenauge, Trauermantel und Admiral gehören, ganz auf der Höhe tropischer Schönheit derselben Gruppe. Die Bemerkung passt gleicherweise auf die kleinen Bläulinge und Feuerfalter, während die „Apollo"-Schmetterlinge der Alpenregion eine zarte Schönheit besitzen, die kaum übertroffen werden kann. Bei anderen Insekten, die weniger direkt vom Klima und der Vegetation abhängig sind, finden wir sogar noch grössere Anomalien. In der ungeheuer zahlreichen Familie der Carabiden oder räuberischen Laufkäfer sind die nördlichen Formen denen der Tropenzone vollauf gleich, wenn sie sie nicht übertreffen. Es giebt auch überall in den heissen Ländern Tausende von düster gefärbten Insektenarten, und

wenn diese alle gesammelt wären, würden sie nicht unwahrscheinlich den Durchschnittsbetrag der Färbung auf ziemlich dieselbe Stufe herunterbringen, die sie in gemässigten Zonen behauptet. Es scheint uns also, dass wir die Theorie aufgeben können, die Entwicklung der Farben in der Natur sei unmittelbar abhängig von, oder stünde in irgend welchem Verhältnis zu dem Betrage der Sonnenwärme und des Lichtes, da sie durch die Thatsachen durchaus nicht gestützt wird. Dennoch aber giebt es einige seltene und wenig bekannte Erscheinungen, die den Beweis liefern, dass das Licht in Ausnahmefällen unmittelbar die Farben der Naturgegenstände beeinflusst. Wir werden wohl thun, diese zu betrachten.“ Wallace bespricht nun folgende Thatsache.

„Vor wenigen Jahren lenkte Herr T. W. Wood die Aufmerksamkeit auf die seltsamen Wechsel in der Farbe der Puppe des kleinen Kohlweisslings *(Pontia rapae)*, wenn die Raupen desselben in Kästchen, deren Wände verschiedenfarbig waren, untergebracht wurden, so wurden dieselben in schwarzen Kisten sehr dunkel, in weissen fast weiss. Er bewies ferner, dass ähnliche Wechsel auch im Naturzustande sich ereigneten, indem Puppen, die an einer angeweissten Mauer befestigt waren, nahezu weiss wurden, an einer roten Mauer rötlich, an einem getheerten Pfahl beinahe schwarz. Es ist auch beobachtet worden, dass der Cocon des Nachtpfauenauges entweder weiss oder braun ist, je nach der Färbung der Umgebung. Aber das merkwürdigste Beispiel dieser Art eines Wechsels liefert die Puppe eines afrikanischen Schmetterlings *(Papilio nireus)*, die am Cap von Mrs. Barber beobachtet wurde, und die (mit einer colorierten Tafel) in den Transactions of the Entomological Society, 1874, p. 19 beschrieben ist. Die Raupe lebt am Orangenbaum und auch an einem Waldbaum *(Vepris lanceolata)*, der Blätter von hellerem Grün hat, als jener, und ihre Farbe stimmt mit der der Blätter, von denen sie sich nährt, überein, ist also, wenn die Raupe vom Orangenbaum zehrt, ein dunkleres Grün, als im anderen Falle. Die Puppe findet man gewöhnlich zwischen den beblätterten Zweigen der Nährpflanze oder irgend eines Nachbarbaumes hängend, oft aber haftet sie wahrscheinlich an grösseren Zweigen; und Mrs. Barber hat entdeckt, dass sie die Eigenschaft besitzt, diejenige Farbe, mehr oder weniger genau, selbst anzunehmen, die irgend ein Naturgegenstand hat, mit dem sie in Berührung kommen mag. Eine Anzahl der Raupen wurde in einen Behälter mit einer Glasdecke gebracht. Eine Seite des Behälters war eine rote Ziegelsteinmauer, die anderen Seiten von gelblichem Holz. Sie wurde mit Orangenblättern gefüttert und ein Zweig eines Flaschenbürsten-Baumes *(Banksia)* wurde ebenfalls in den Behälter gelegt. Als sie gross gefüttert waren, hefteten sich einige an den Orangenzweigen fest, andere an dem Flaschenbürsten-Baumzweig, und diese verwandelten sich sämtlich in grüne Puppen, aber die Farbe einer jeden stimmt genau mit der der Blätter, die sie umgaben, überein;

die eine war dunkler, die andere matt, verblichen grün. Eine andere Raupe heftete sich an das Holz, und die Puppe bekam dieselbe gelbliche Farbe, während eine sich gerade dort festsetzte, wo Holz und Ziegel aneinanderstiessen, und dieser wurde auf einer Seite rot, auf der anderen gelb! Diese merkwürdigen Wechsel würden vielleicht keinen Glauben gefunden haben, wenn nicht die Beobachtungen des Herrn Wood vorher bekannt gewesen wären; beide aber stützen sich einander und zwingen uns, sie als wirkliche Naturerscheinungen zu acceptieren. Es ist eine Art natürlicher Photographie, indem die besonderen farbigen Strahlen, denen die junge Puppe in ihrem weichen halbtransparenten Zustande ausgesetzt ist, einen solchen chemischen Einfluss auf die organischen Säfte ausüben, dass in der erhärteten Hülle dieselbe Färbung erzeugt wird. Es ist indessen interessant, zu bemerken, dass die Färbung, die so erworben werden kann, auf das Bereich der Farben solcher Naturgegenstände beschränkt zu sein scheint, mit denen in Berührung zu kommen für die Puppe eine gewisse Wahrscheinlichkeit besteht; denn als Mrs. Barber eine der Raupen mit einem Stücke Scharlachtuch umhüllte, wurde gar kein Farbenwechsel hervorgerufen, die Puppe hehielt die gewöhnliche grüne Farbe, aber die kleinen roten Flecken, mit denen sie gezeichnet war, waren glänzender als gewöhnlich.“ (Kosmos, 4. Bd., S. 118, 120—121.)

Gegen die Vorstellung, dass die Färbung der Puppen direkt durch das auf diese wirkende Licht hervorgerufen werde, traten verschiedene Naturforscher auf.

Nach Meldola hat die Wirkung des Lichtes auf die sensitive Haut der Puppen keine Analogie mit irgend einem photographisch-chemischen Prozess. Die Veränderung der Farben der Puppen wird nicht direkt von der Färbung der Umgebung beeinflusst (Poulton), sondern eine farbige Umgebung, in welcher die Raupen gehalten werden, wirkt auf die Färbung der Puppen teilweise verändernd. Den meisten Erfolg hatte die Anwendung von Schwarz, Grün und Gelb; eine schwarze Umgebung erzeugte mehr Pigment; grünes Licht in den meisten Fällen eine blassgrüne, gelbes Licht eine intensiv grüne Färbung. Unter anderem, namentlich blauem Licht, wurden nur „normal“ gefärbte Puppen gewonnen (Griffiths).

Die von dem letztgenannten Beobachter angestellten sehr gelungenen Versuche sind denjenigen Poultons ähnlich. Nach diesem lieferten von sechs erwachsenen Raupen der *Vanessa io*, die in ein mit gelbgrünem Papier beklebtes Glas gesetzt wurden, fünf die sonst seltene gelbgrüne Varietät der Puppe. Weitere Versuche betrafen die Raupen von *Vanessa urticae*, *V. atalanta*, *Papilio machaon*, *Pieris brassicae*, *P. rapae*, *Saturnia carpini* und *Ephyra pendularia*.

Die Flügel des grossen Fuchses, *Vanessa polychloros*, erhalten nach Graber (Die Insekten. II, S. 38) statt der bekannten blauen schiefergraue Randflecken, wenn die Raupen unter gelbem Glase heranwachsen.

Nicht immer hat eine Veränderung des Lichts Einfluss auf die Färbung, sondern zuweilen auf andere Verhältnisse, wie das folgende Beispiel zeigt. G. Schoch (Mitteil. Schweiz. entom. Gesellsch. 1880. Vol. V. S. 540) züchtete Raupen von *Euprepia caja* unter verschiedenfarbigem Licht. Die Raupen wurden in drei mit rotem, violettem und blauem Glase bedeckten Behältern gehalten. Die unter violettem Glase befindlichen waren gefrässiger als die anderen und verzehrten doppelt so viel Futter. Die Schmetterlinge entwickelten sich aus den Puppen dieser Raupen vierzehn Tage früher als die übrigen. Die Schmetterlinge aber, welche aus allen den Raupen hervorgingen, zeigten keine merkliche Abweichung voneinander.

Was die intensiven und glänzenden Färbungen zahlreicher tropischer Tiere anbetrifft, so glaubt Wallace die Ursache derselben nicht in dem tropischen Lichte und der tropischen Wärme, sondern in anderen Verhältnissen der Tropenzone suchen zu müssen. Die üppige Vegetation der Tropen gewähre während des ganzen Jahres so viel verborgene Schlupfwinkel, dass die Farbe in viel grösserem Betrage entwickelt werden könne, als in Klimaten, in denen im Winter nicht nur die Bäume kahl sind, sondern wo diese Jahreszeit allem Leben fast vernichtend entgegentritt. Die Beständigkeit der günstigen Bedingungen in den Tropen sei für die ununterbrochene Entwicklung der Farben von grossem Werte.

Wenn wir aber berücksichtigen, dass die Ueppigkeit der tropischen Vegetation nur in der Beständigkeit der günstigen Bedingungen, nämlich der Wärme und des Lichts (und der Feuchtigkeit der Atmosphäre) begründet ist, so ist nicht einzusehen, warum diese Bedingungen nicht auch für die denselben ausgesetzten Tiere gelten sollen.

Dass der Mangel an Licht einen grossen Einfluss auf die Färbung hat, ist, wie schon erwähnt, daraus zu entnehmen, dass die an dunklen Orten lebenden Insekten, gleichwie an solchen Orten wachsende Pflanzen, gewöhnlich bleich, weissgelb bis hellbräunlich gefärbt sind. Ebenso erscheinen die an gleichen oder ähnlichen Orten vorkommenden Larven und Puppen, während die aus diesen hervorgehenden entwickelten Insekten oft in bunten Farben prangen, z. B. manche Bockkäfer, deren beingelbe Larven im Holze sich aufhalten; Sesien, deren Raupen an gleichen Orten leben. Hellbraun sind meist die in der Erde ruhenden Schmetterlingspuppen, dunkler die von einem Gespinnst umschlossenen. Die im Freien irgendwo an Gegenständen hängenden Puppen der Tagschmetterlinge sind gelblich, grünlich, grau, braun, zuweilen mit goldig schimmernden Flecken besetzt *(Vanessa)*.

Da es als ausgemacht gelten kann, dass das Licht und die Wärme Farben hervorrufen, so ist es jedoch wohl nicht immer zu unterscheiden, welchem von beiden Faktoren in bestimmten Fällen das Verdienst der Farbenerzeugung gebührt.

Die Bockkäfer (Cerambycidae) der warmen Länder sind grossenteils ebenso matt gefärbt als bei uns, und einzelne bunte deutsche

Arten dieser Familie sind indischen oder afrikanischen Formen in der Färbung sehr ähnlich. Indess giebt es in den Tropen auch recht grell gefärbte oder metallglänzende Arten, so dass hier der Einfluss des Klimas anzuerkennen ist. Da nun aber die Larven und Puppen der Bockkäfer stets innerhalb der Pflanzen leben und demgemäss auch stets weissgelb gefärbt sind, so kann es nur die Wärme sein, welche in der Puppe die Färbung des entwickelten Käfers vorbereitet. Dies gilt auch von den Prachtkäfern (Buprestidae), welche ihr farbiges oder metallisch glänzendes Kleid schon in der Puppenwiege zeigen, wenn noch keine Spur von Licht dem ausgeschlüpften Käfer zu gute kam. Da auch die Larven und Puppen der Prachtkäfer niemals dem Lichte ausgesetzt sind, so ist dieses an der Färbung des Käfers unschuldig. Hier ist also die Erzeugung der metallischen Färbung, die man oft auf Kosten der Lichtwirkung setzt, der Wirkung der Wärme oder anderen Ursachen (das Licht ausgenommen) zuzuschreiben. Es frägt sich auch, ob nicht der Aufenthalt der Prachtkäfer im grellsten Sonnenschein auf die Färbung der Nachkommenschaft durch Vererbung Einfluss hat.

Ueber die Wirkung der Temperatur (sowohl hoher wie niedriger Wärmegrade), welcher die Larven und Puppen ausgesetzt sind, auf die Färbung des entwickelten Insekts, haben mehrere Naturforscher uns durch die augenscheinlichsten Beweise belehrt.

C. Ed. Venus liess in verstärktem Masse die Sonnenwärme auf Raupen von *Vanessa urticae* wirken; die aus den Puppen derselben hervorgegangenen Schmetterlinge glichen der südeuropäischen, auf Sardinien und Corsika lebenden, durch grössere Fülle der roten Farbe ausgezeichneten *Vanessa ischnusa*, welche in Sammlungen zuweilen noch als besondere Art bezeichnet, aber als Lokalvarietät zu *urticae* gezogen wird. Venus teilt über seinen Versuch folgendes mit: „Zunächst die Frage zu lösen, ob wohl die früher noch als gute Art betrachtete *Vanessa ischnusa* Bon. nicht eine Varietät der *urticae* L. sein sollte, beschloss ich einen Zucht-Versuch der Raupen der letzteren unter stärkerer Einwirkung der Sonnenstrahlen und durch diese gesteigerter Wärme, vorzunehmen. Zu diesem Zwecke liess ich mir einen Kasten von Holz bauen, ohngefähr 46 cm lang, 30 cm breit, an der vorderen Seite 12, an der hinteren 27 cm hoch. Auf diesen Kasten kam ein mit Falz versehener Rahmen zu liegen, in welchen eine Glastafel eingekittet wurde. Es war hiermit durch den schräg aufliegenden Glasdeckel ein kleines Warmhaus hergestellt. Die (zur Fütterung der Raupen dienenden) Brennnesseln wurden in ein mit Wasser gefülltes Medizinglas eingesteckt und die ziemlich halberwachsenen *urticae*-Raupen darauf gebracht. Es stellte sich später heraus, dass diese Vorrichtung den Fehler hatte, dass gar kein Luftwechsel darin stattfinden und der sich entwickelnde feuchte Dunst nicht entweichen konnte. Meine Wohnung gestattete mir damals nur, den Kasten in den Vormittagsstunden von 8 bis gegen 11 Uhr am offenen Fenster

den Sonnenstrahlen auszusetzen, und die Witterung war dazu alltäglich günstig.

„Die Wirkung der heissen Strahlen auf die Raupen war eine sehr bedeutende. Während ein Teil der letzteren wie besessen im Kasten umherlief, um ein kühleres Plätzchen zu suchen, frassen die anderen mit einer grösseren Gier und Hast, als wir sie gewöhnt sind an den Raupen der *Deilephila euphorbiae* zu sehen. Frisches Wasser und Futter musste täglich ein paarmal gegeben werden, denn das erstere war schnell verdunstet und das letztere schnell welk. Sobald die Sonne verschwunden und die Glasscheibe abgekühlt war, beschäftigte sich die Mehrzahl der Raupen emsig damit, das Glas und namentlich den höher gelegenen Teil desselben mit einem Gespinnst zu überziehen, um die Wirkung der Strahlen abzuschwächen, und ich hatte des Morgens öfters die Arbeit, das Gespinnst, welches sich wie ein Vorhang von feiner Gaze in grösseren Stücken abziehen liess, zu entfernen. Ungefähr der dritte Teil der Raupen verendete, die anderen hängten sich zur Verpuppung unter dem oberen Theile des schmalen Holzrahmens auf. Gross war mein Erstaunen, als ich, statt der gewöhnlichen braungrauen, mit einigen Goldpunkten besetzten *urticae*-Puppen, solche von lichtgelblicher Färbung und am ganzen Körper mit dem schönsten Goldglanze überzogen, erblickte. Meine Hoffnung, die gewünschten Varietäten zu erhalten, war jetzt auf das höchste gestiegen und der darauf folgende Schmerz um so grösser, als ich eines Tages meine schönen Goldpüppchen, nachdem ich sie noch einige Male den heissen Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, sämtlich vertrocknet vorfand."

„Im darauf folgenden Jahre konnte ich die Zeit kaum erwarten, zu welcher es wieder Raupen der *Vanessa urticae* giebt. Der Versuch musste ja notwendig wiederholt werden. Ich beobachtete dieselben Erscheinungen an den Raupen, und wenn auch der bewölkte Himmel einiger trüber Tage die Einwirkung der heissen Sonnenstrahlen verminderte, so erhielt ich doch wieder die schönen goldglänzenden Puppen. Diesmal wurden diese aber an ein nördlich gelegenes Fenster gestellt. Die ausgekommenen Falter waren fast alle unter der gewöhnlichen Grösse, jedoch von der lebhaften roten Färbung der var. *ischnusa*. Die beiden schwarzen Mittelflecke der Vorderflügel waren bei allen nur rudimentär vorhanden, bei einigen verschwindend klein und bei zwei Exemplaren fehlten sie ganz." Abbildungen von zwei Exemplaren finden sich auf der beigefügten Tafel.

Um diese so unverhofft erfolgreiche Wirkung der Sonnenstrahlen noch weiter zu erproben, sollten solche Versuche unter verschiedener Form methodisch fortgesetzt werden. Auch ist zu unterscheiden zwischen der andauernden Wirkung des grellen Sonnenlichts und der gleichzeitigen Wirkung der konzentrierten Wärme.

Eine eigentümliche Varietät von *Vanessa atalanta* erhielt William Smith am 21. September 1867 aus einer bei Aston in England ge-

fundenen Raupe, welche an jedem Segment goldene Flecke zeigte. Die weissen Flecke der Vorderflügel sind sehr gross, und die rote Binde derselben ist in der Mitte gelb. Die Färbung der Unterseite der Flügel ist ganz abweichend. (The Entomologist. Vol. 11, 1878, S. 170.) Bei diesem Fall, der einige Aehnlichkeit mit dem eben angeführten hat, ist nicht angegeben, unter welchen Lebensverhältnissen die Raupe zugebracht hat; doch liegt es nahe, anzunehmen, dass erhöhte Temperatur die abweichende Färbung sowohl der Raupe, wie des Schmetterlings hervorgerufen hat.

In entgegengesetzter Weise benutzte Weismann, wie vor ihm schon Dorfmeister, niedrige Temperatur, um deren Einfluss auf die Raupen und Puppen eines verwandten Schmetterlings, der *Vanessa prorsa*, kennen zu lernen. Er hielt Puppen dieser Art, beziehungsweise von der dunklen Sommerform, in einem Eisschranke vier Wochen lang bei einer Temperatur von 0—1° R. Der grösste Teil der ausgekommenen Schmetterlinge, nämlich 15 Stück, hatte hellbraune Flügel, also das Colorit der Winterform, nur 5 zeigten die schwarze Färbung der Eltern. Da überwinternde Puppen dieser Art stets hellbraune Schmetterlinge liefern, welche die Wintergeneration *„levana“* bilden, so ist es mit den Händen zu greifen, dass die hellbraune Färbung durch den Einfluss der Kälte hervorgerufen ist. Die im Sommer nur kurze Zeit ruhenden Puppen der Sommergenerationen liefern schwarzflüglige Schmetterlinge, die eigentliche *„prorsa“*.

Weismann hielt ferner 60 Sommerpuppen von *Pieris napi* drei Monate lang in einem Eiskeller; sie schlüpften sämtlich aus und trugen den Charakter der Wintergeneration, nämlich starke schwarze Bestäubung der Flügelwurzeln auf der Oberseite und schwarzgrünliche Bestäubung der Adern auf der Unterseite der Unterflügel.

Es gelang nicht, aus Winterpuppen die Sommerform zu erhalten. Die Winterform ist also das Beständige, die Stammart; die Sommerform ist nur entstanden, weil diese Generation, der Wärme ausgesetzt, zur Veränderung geneigt ist. Es wird dies mit der Eiszeit in Verbindung gebracht. Zu dieser Zeit mag es nur die Winterform gegeben haben; mit dem Eintritt der wärmeren Epoche hielt sich und hält sich die Winterform noch während des Winters (als Puppe), aber eine Veränderung in der Färbung, eine Folge höherer Temperatur, ging auf die aus den Sommerpuppen hervorgehende Generation über.

Diese Erklärung ergiebt sich so leicht, dass es nur selbstverständlich erscheint, wenn sie mit der Weismannschen übereinstimmt, die nach einem im „Kosmos“ enthaltenen Auszuge hier folgt: „In der Kälteperiode, deren Spuren wir überall im nördlichen Europa finden, war der Sommer jedenfalls kurz und verhältnismässig kühl, und die vorhandenen Tagfalter konnten alle nur eine Generation im Jahre hervorbringen; sie waren Monogoneuonten. Als nun das Klima allmählich wärmer wurde, musste ein Zeitraum eintreten, in welchem

der Sommer so lange dauerte, dass eine zweite Generation sich einschieben konnte. Die Puppen der *levana*-Brut, welche bisher den langen Winter im Schlaf zubrachten, um erst im nächsten Sommer als Schmetterling zu erwachen, konnten jetzt noch während desselben Sommers, in welchem sie als Räupchen das Ei verlassen hatten, als Schmetterling umherfliegen, und erst die von diesem abgesetzte Brut überwinterte als Puppe. Somit trat ein Zustand ein, in welchem die eine Generation unter bedeutend anderen Umständen heranwuchs, als die zweite. Durch diesen Umstand mag allmählich die *prorsa*-Form aus der *levana* entstanden sein, in die sie regelmässig zurückschlägt, wenn im Winter die klimatischen Verhältnisse der Eiszeit das Uebergewicht gewinnen. Diese Hypothese erklärt sehr leicht, warum die *levana*-Brut nicht direkt zur *prorsa*-Form erzogen werden kann, während diese unmittelbar zum Rückschlag gebracht werden kann. Bei dem oben erwähnten kleinen Weissling drängt sich diese Hypothese noch viel nachdrücklicher auf, da dieser Tagfalter in den Gegenden, die das Klima der deutschen Eiszeit heute besitzen, wie z. B. in den Hochalpen und Polarländern, ausschliesslich in einer einzigen Generation und Varietät auftritt *(P. bryoniae)*, die als die potenzierte Winterform von *P. napi* betrachtet werden kann."

Edwards experimentierte in ähnlicher Weise mit dem nordamerikanischen Schwalbenschwanz *Papilio ajax*, welcher in die hellere Wintergeneration *(P. telamonides* und *walshii)* und die dunklere Sommergeneration *(P. marcellus)* geschieden ist. Durch Kälte liess sich nun künstlich die hellere Färbung der Wintergeneration erzielen, obgleich auf natürlichem Wege aus den Versuchspuppen die Form der Sommergeneration hätte hervorgehen müssen. Je länger bei dem Versuche die Kälte andauerte, um so ausgeprägter wurde der der Wintergeneration eigene Charakter. Die Puppe muss spätestens drei Tage nach ihrer Verwandlung in die Eiskammer gebracht werden, und je früher die Kälte auf sie einwirken kann, um so deutlicher ist die Generationsform des Schmetterlings ausgeprägt. (Psyche. III. — Bertkau, Bericht 1880, S. 140.)

Dorfmeister vermochte durch niedrige Temperatur das normale Rotgelb der Hinterflügel des Bärenschmetterlings, *Euprepia caja*, in Ockergelb umzuwandeln, und andererseits in Mennigrot, wenn er die Wärme über das gewöhnliche Mass hinaus erhöhte.

Dieser sorgfältige Forscher rief eigenmächtig durch Abänderung der auf die Raupen einwirkenden Temperatur aus der gewöhnlichen Form einer Schmetterlingsart abgeänderte Formen hervor, wie sie ebenso oder ähnlich sich in der Natur finden. So z. B. züchtete er durch Anwendung verringerter Wärme aus Raupen der *Vanessa urticae* Varietäten, welche Uebergänge zu der in Lappland vorkommenden Form dieser Spezies bilden, und aus Puppen von *Vanessa atalanta*, die er gleichfalls einer niedrigen Temperatur aussetzte, eine Varietät des Schmetterlings, welche durch ledergelbe Grundfärbung auf der

Unterseite der Hinterflügel und durch bleiche Stellen auf der Unterseite der Vorderflügel ausgezeichnet ist. Bei der gewöhnlichen Form der *V. atalanta* ist die Unterseite der Flügel dunkler und schärfer gezeichnet. Die durch ihre bleiche Färbung so ausgezeichnete, durch absichtliche Einwirkung erzielte Varietät glich zum Verwechseln einem von C. v. Frauenberg aus einer ausnahmsweise überwinterten Puppe derselben Art gezüchteten Exemplar.

Dorfmeister beobachtete bei letzterem Versuche folgendes Verfahren. Die Verpuppung ging bei verschiedenen nicht sehr niedrigen Wärmegraden vonstatten; die Puppen wurden danach aber 1 bis 4, ja sogar 7 bis 8 Wochen einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt, welche zwischen $7^1/_2$ und $5^1/_2{}^0$ R. schwankte, sodann aber zur Entwicklung in das Wohnzimmer übertragen. Bei einigen Puppen wurde die Temperatur bis auf — 2^0 R. herabgedrückt. „Unter jenen, die als Puppen in einer zwischen + $7^1/_2$ und $5^1/_2{}^0$ R. abwechselnden Temperatur gehalten wurden, nachdem sie sich in einem Raume mit + 10 bis 11^0 R. verpuppt hatten, befand sich die vorerwähnte ausgezeichnete Varietät, deren Puppe etwa 10 Tage in der niedrigeren Temperatur blieb, — dann mehrere nahestehende Varietäten, deren Puppen drei bis vier Wochen in der gleichen Temperatur belassen wurden, während solche, deren Puppen die Temperatur von + 1^0 oder gar — 1 bis — 2^0 R. auszuhalten hatten, teils zu grunde gingen, teils nur verkrüppelte Schmetterlinge lieferten.“ In unserem Klima vermag *Vanessa atalanta* im Puppenzustande nicht zu überwintern. Aber die Uebereinstimmung des ausnahmsweise überwinterten Exemplars mit den absichtlich in kälterer Temperatur gehaltenen Puppen ist gewiss belangreich für die Lehre über die Wirkungen der Temperatur.

Es geht aus diesen Versuchen hervor,

1. dass während des Puppenzustandes die Färbung und Zeichnung des demnächstigen Schmetterlings sich bildet;
2. dass während des Puppenstadiums die Färbung durch Veränderung der Temperatur abgeändert werden kann.

Die Versuche von Venus zeigen indess, dass die Anlage der Färbung des Schmetterlings bereits in das Raupenstadium fällt.

In jedem Falle ist aber durch das Experiment bewiesen,

1. dass erhöhte Temperatur lebhafte oder intensive Färbung;
2. dass erniedrigte Temperatur matte Färbung hervorruft.

Ueber ähnliche Versuche, die W. H. Edwards angestellt hat, und worauf oben schon hingewiesen wurde, findet sich nach Hagen das Nähere mitgeteilt im „Canadian Entomologist“, 1875, Bd. VII, S. 228; 1877, Bd. IX, S. 18, 203; Bd. XIV, 1882, S. 21; „Psyche“, 1880, Bd. III, Nr. 69, 70; 1881, Bd. III, Nr. 83. — Den Titel der ersten diesbezüglichen Abhandlung des genannten Lepidopterologen siehe in folgender Liste. Vergl. ferner S. 80 u. 81.

Litteratur.

Dorfmeister, Georg, Ueber die Einwirkung verschiedener, während der Entwicklungsperioden angewendeter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge. (Mitteilungen d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. Graz, 1864.)

Weismann, August, Studien zur Descendenztheorie. I. Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge. Leipzig, 1875. Mit 2 Taf.

Edwards, W. H., An abstract of Dr. Aug. Weismanns paper on „The Season-dimorphism of butterflies", to which is appended a statement of some experiments made upon Papilio Ajax. (Canadian Entomol. Vol. 7, 1875, S. 228—240.)

Dorfmeister, Georg, Ueber den Einfluss der Temperatur bei der Erzeugung der Schmetterlings-Varietäten. Mit 1 Taf. (Mitteilungen d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. Graz, 1880. 6 S.)

Venus, C. Ed., Ueber Varietäten-Zucht. Mit 1 Taf. (Corresp.-Bl. d. entomol. Vereins Iris zu Dresden. I. Bd., 1888, S. 209—210.)

Kramer, P., Reflexionen über die Theorie, durch welche der Saison-Dimorphismus bei den Schmetterlingen erklärt wird. (Archiv f. Naturgesch., 44. Jahrg., 1. Bd., 1878, S. 411—419.)

Meldola, R., On a certain Class of Variable Protective Coloring in Insects. (Proceed. Zool. Soc. London, 1873, S. 153—162.)

Wood, T. W., Remarks on the Coloration of Chrysalids. (Proceed. Ent. Soc. London, 1867, S. XCIX—CI. — Zoologist, 2. Ser., Vol 2, 1867, S. 1020—1022.)

Griffiths, George C., Experiments upon the colour-relation between the pupae of Pieris rapae and their immediate surroundings; described and summarised by William White. (Trans. Ent. Soc. London, 1888, S. 247—267. — Proceed. S. VI—X.)

Barber, M. E., Notes on the peculiar habits and changes which take place in the larva and pupa of Papilio Nireus. Mit 1 Taf. (Trans. Ent. Soc., 1874, S. 519—521.) Bemerkungen dazu von Meldola, Proceed., 1874, S. XXIV.

Teich, C. A., Klima und Schmetterlinge. (Correspond. Bl. d. Naturf. Ver. Riga. 18. Jahrg., 1870, S. 1—3.)

Harpe, J. de la, Einwirkung der Temperatur und anderer Einflüsse auf die Farben der Schmetterlinge. (Verhandl. d. Schweiz. Naturforsch. Gesellsch., 1848, S. 56.)

Meyer-Dür, R., Ueber klimatische und geognostische Einflüsse auf Farben und Formen der Schmetterlinge. (Verhandl. d. Schweiz. Naturforsch. Gesellsch., 1852, S. 145—151.)

Poulton, B., Cause and extent of colour-relation between lepidopterous pupae and surrounding surfaces. Mit 1 Taf. (Proceed. Roy. Soc. London. XLII, 1887, S. 94—108.

Weale, J. F. Mansel, On the variation of Rhopalocerous forms in South Africa. (Trans. Ent. Soc. London, 1877, S. 265—275.)

Weale, J. F. Mansel, Notes on the Habits of Papilio Merope, with a description of its Larva and Pupa. (Trans. Ent. Soc. London, 1874, S. 131—136. Mit 1 Taf.)

---

d. Einfluss der Nahrung auf die Färbung.

Einfluss der Nahrung der Raupen auf die Färbung des Schmetterlings.

Den Lepidopterologen ist es bekannt, dass durch verschiedene Nahrung, sofern diese von den Raupen noch angenommen wird, Varietäten erzeugt werden können. Den verändernden Einfluss beweist z. B. die aus Raupen, welche mit Walnussblättern ernährt wurden, hervorgehende Varietät der *Euprepia caja*, bei der das Braun der Vorderflügel überhand nimmt und die weissen Binden verdrängt.

W. Pollack erzielte die am auffallendsten dunkel gefärbten Stücke von *Euprepia caja* durch Fütterung mit Salat (Jahresber. zool. Sekt. d. westf. Prov. Vereins. Münster, 1886. S. 26.)

Bieger (Entom. Nachr., 1882, S. 244) fütterte Raupen der *Euprepia caja* mit Schneebeere und erzielte durch diese ungewohnte Nahrung eine Varietät, bei der, umgekehrt wie in dem eben erwähnten Falle, die weissen Querbinden breiter sind als gewöhnlich. Die mit Weisskohl ernährten Raupen derselben Art lieferten Schmetterlinge, welche schmale Binden und ein dunkles Braun und auf den Hinterflügeln schwarze zusammengeflossene Flecke aufweisen.

Ellopia prosapiaria L. sieht rot aus, wenn ihre Raupe auf der Kiefer, und grün (var. *prasinaria* Hübn.), wenn ihre Raupe auf der Fichte lebt. Die Raupe von *Cidaria variata* Schäff. (graue Form) lebt meist auf der Fichte, die der rotbraunen Form *obeliscata* Hübn. auf der Kiefer. (Staudinger.)

Nach Keferstein (Betrachtungen über die Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. 1880, S. 106) hat Keitel eine Raupe von *Euprepia caja* mit blühendem Rittersporn *(Delphinium)* gefüttert Der daraus hervorgegangene Schmetterling war ganz schwarz und hatte nur wenig Anzeichen von feinen weissen Strichen. Hellgrau ohne Rot erschien eine *Sphinx ligustri*, deren Raupe mit Weide *(Salix)* ernährt worden war. Von Esper mit der gemeinen Tabakspflanze *(Nicotiana)* und Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*) gefütterte Raupen derselben Art lieferten Schmetterlinge von dunklerer Färbung als gewöhnlich. Mit Birke (*Betula*) lässt sich die braungelbe Varietät des Lindenschwärmers, *Smerinthus tiliae*, erzielen (Richter, Stettiner Ent. Zeit., 1869, S. 83). Nach den Erfahrungen des Pfarrers Fuchs zeigen diejenigen Exemplare von *Eupithecia pusillata*, deren Raupen

6*

sich von Lärche (*Larix*) nähren, eine Neigung zu russiger Färbung (Stettiner Entom. Zeitung, 1876, S. 99). Auf den Blättern von *Stachys sylvatica* lebende Raupen von *Pterophorus cosmodactylus* Hb. ergaben nach Frey Schmetterlinge von ganz gleicher olivenbrauner Färbung, während aus Raupen derselben Art, welche die Samenkapseln von *Aquilegia* bewohnten, eine Anzahl Schmetterlinge gewonnen wurden, unter denen sich nur einer befand, der den aus der Stachysfütterung hervorgegangenen glich (Stettiner Entom. Zeitung, 1871, S. 125).

Während diese Beispiele zeigen, dass ein Wechsel in der Raupennahrung mehr oder weniger deutliche Farbenabänderung im entwickelten Zustande im Gefolge hat, ergiebt sich aus anderen Versuchen mit der verschiedensten Pflanzennahrung, dass unter den entwickelten Schmetterlingen nicht die geringsten Verschiedenheiten in der Färbung vorkommen. Es giebt polyphage, d. h. solche Raupen, welchen die verschiedensten Pflanzenarten zur Nahrung dienen, z. B. *Dasychira selenitica* Esp. (Keferstein, Stettiner Entom. Zeitung, 1845, S. 217; 1849, S. 269; 1850, S. 23).

C. Ribbe fand auf seinen Reisen im indo-australischen Archipel, dass die Raupen der grünen Varietäten von *Ornithoptera priamus* auf *Aristolochia*-Arten leben, welche auf trockenem Grund und Boden stehen, während die Raupen der goldgelben Varietät *croesus* auf Batschian nur auf solchen Pflanzen sich finden, die in den sumpfigen Teilen der Insel wachsen. (Fickert, Zoolog. Jahrbücher, Abt. für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 4. Bd., 1889, S. 766.)

Einfluss der Nahrung der Raupen auf ihre Färbung

Zu den vielen Rätseln, welche in den Färbungen der Insekten uns aufgegeben sind, gehört auch die hin und wieder und bei einzelnen Arten beobachtete Erscheinung, dass die Raupen einer und derselben Spezies, wenn sie sich von verschiedenen Pflanzen nähren, je nach der Pflanzenart verschieden gefärbt sind.

Am bekanntesten sind die Farbenvarietäten der *Eupithecia*-Raupen, deren Uebereinstimmung in der Färbung mit der jedesmaligen Futterpflanze auch unter das Kapitel „Schutzfärbung" fällt. Ausführliche Mitteilung über diesen interessanten Gegenstand finden wir bei A. Speyer in der Stettin. Entom. Zeitung, 1883, S. 337 ff. „Die Raupe der gemeinen, polyphagen *absinthiata* — um nur eins derselben anzuführen — wechselt ihre Farbe mit der ihrer Nahrung. Auf *Artemisia vulgaris* erscheint sie, dem Aussehen der jüngeren oder älteren Blüten entsprechend, in scheckiger, bald mehr grüner, bald mehr rötlicher Färbung, mit weisslichen und dunklen Zeichnungen; auf den Blüten des Haidekrautes wird sie trübrot, auf denen der Goldrute *(Solidago virgaureae)* gelb, etc., während die aus allen diesen so höchst unähnlichen Raupen hervorgehenden Schmetterlinge im Verhältnis zu den Raupen nur unerhebliche und dabei so unbeständige Unterschiede

zeigen, dass sie nicht als eigene Arten oder auch nur constante Varietäten betrachtet werden können. Nur der auf Hopfen und Johannisbeeren übersiedelte Zweig des *absinthiata*-Stammes, den Guenée unter dem Namen *assimilata* beschrieben hat, darf allenfalls Ansprüche darauf erheben, als eigene, genügend befestigte Art anerkannt zu werden, da bei ihm auch das vollkommene Insekt eine zwar nur leichte, aber doch, wie es scheint, standhafte Abänderung erfahren hat. In diesem Falle ist aber der Wechsel nicht bei dem botanischen der Futterpflanze stehen geblieben, die Raupe ist zugleich von der Blüten- zur Blattnahrung übergegangen und hat demzufolge eine viel eingreifendere Veränderung erlitten als ihre Verwandten. Sie hat nicht nur das einfache Grün der Blätter angenommen, mit wenig auffallender dunkler Rückenlinie, sondern auch ihre Gestalt den Bedürfnissen angepasst, sich blattrippenartig in die Länge gedehnt, da sie an der Unterseite der Blätter zu sitzen pflegt. So ist sie bei Guenée (Lépidopt. Phalénites, Pl. 2, fig. 9) dargestellt. Nach Rössler (Schuppenflügler des Reg.-Bez. Wiesbaden, S. 191; eigene Erfahrungen fehlen mir) ist die Mehrzahl der Raupen vielfach grün, einzelne zeigen mehr oder minder ausgebildete rote Zeichnungen, auch wohl einen roten Anflug. Man möchte hierin blosse Rückschläge in eine ältere, anderen Stammesgenossen ähnliche Färbung vermuten, fügte Rössler nicht die interessante Bemerkung hinzu: „Die Raupen, so lange sie grün sind (darnach schiene also die rote Färbung erst bei erwachsenen Raupen aufzutreten), schmiegen sich an die Unterseite der Blätter, rot geworden verstecken sie sich in welkes Laub". Daraus ist denn mit mehr Wahrscheinlichkeit zu folgern, dass die rote Farbe erst durch die Sitte, sich an welkem Laube aufzuhalten, als eine unter diesen Umständen vorteilhafte, erworben oder, wo sie etwa noch (oder wieder) vorkam, erhalten worden ist. Der analoge Vorgang bei vielen Eulenraupen, besonders aus den Gruppen der Agrotiden und Hadeniden, ist bekannt: die jungen, grün gefärbten Raupen leben frei, älter geworden verbergen sie sich bei Tage unter welkem Laube und dergleichen am Boden und nehmen damit gleichzeitig eine dem neuen Aufenthaltsorte angemessene andere Schutzfärbung an. Vielleicht ist aber auch die Entstehung der roten Färbung bei der *assimilata*-Raupe auf einen viel unmittelbarer wirkenden Einfluss zurück zu führen, nämlich auf den der Nahrung. Es ist mir aus mehreren Erfahrungen wahrscheinlich geworden, dass Saftigkeit oder Trockenheit des Futters auf die Färbung einwirken kann, dass dürres Futter zumal manche grüne Arten geneigt macht, sich rot oder braun zu färben. Man müsste dann aber in diesem Falle die zunächst noch unerwiesene Voraussetzung gelten lassen, dass die rot gefärbten Raupen eine besondere Liebhaberei für den Genuss der älteren, saftloseren Blätter gehabt hatten". Vergl. Mac Lachlan und Poulton am Schlusse des Kapitels. Rössler fand auf Schlehen *(Prunus spinosa)* grüne *eupithecia*-Raupen, aus denen sich *E. innotata* Knoch entwickelte,

deren sonst auf *Artemisia campestris* lebende Raupe rot gezeichnet ist (Wiener Entom. Monatsschr., 8. Bd., 1864, S. 131).

Die Raupen von *Eriopus purpureofasciata*, die sich auf den Wedeln des Adlerfarn, *Pteris aquilina*, finden, sind gewöhnlich verschiedenfarbig, grün, gelblich, rötlich. Nach Lehmann (Zeitschr. f. Entomol. Breslau, 1884, S. 26) finden sich die grünen Raupen auf den grünen Wedeln, die gelben und rötlichen auf welkenden (also wie *Eupithecia assimilata)*. Das wäre ein recht deutlicher Fall von Schutzfarbe, „wenn man nicht annehmen will, dass mit dem Schwinden des Chlorophylls der Pflanze das Grün der Raupe sich ins Gelbe und Rötliche wandele". Es werden indess (Wocke) auch auf grünen Wedeln rote Raupen gefunden.

Die neugeborene, auf *Cytisus biflorus* lebende Raupe von *Colias myrmidone* Esp. ist bräunlich bis grünlich, nach der ersten Häutung wird sie trübgrün, nach der zweiten grün, wie das Blatt, auf dem sie sitzt. Nach der dritten Häutung beginnt die grüne Körperfarbe bei den meisten Raupen in das Purpurbraune zu spielen, wie man oft das Cytisus-Laub im Herbstschmucke antrifft. Dann hört sie auf zu fressen, spinnt sich auf dem bald zu Boden fallenden Blatte ein und überwintert. Wenn nun die fast erwachsene Larve im nächsten Frühling die vierte Häutung vollzogen hat, ist der purpurbraune Anflug ihrer Körperhaut verschwunden und einer grünen Farbe gewichen, die dem frischen Grün des jungen Laubes entspricht. (A. Gartner, Wiener Entom. Monatsschr., 5. Bd., 1861, S. 306 bis 309.)

Rühl erzog Raupen von *Eupithecia pusillata* F., die er beständig mit *Juniperus communis* fütterte; ihre gleichmässig grüne Färbung behielten sie bis zur Verwandlung. Wurde den Raupen *Larix europaea* gereicht, so nahmen sie nach der zweiten Häutung eine braune Färbung an, die sie beibehielten. Die sich von *Scabiosa* nährenden Raupen von *Eupithecia scabiosata* bekommen eine schieferblaue, der Skabiosenblume ähnliche Farbe. Werden die Raupen derselben mit *Hypericum* gefüttert, so können sie vorherrschend gelb oder grün gefärbt sein, je nachdem ihnen nur die Blätter oder nur die Blüten gereicht werden.

Nach den Versuchen desselben Beobachters verändert die goldgelbe Raupe von *Dasychira pudibunda*, welche auf Buchen lebt, schon nach der ersten und zweiten Häutung ihre Farbe in schwarz, sobald sie ausschliesslich mit Eichenlaub gefüttert wird. Auch die Raupen von *Orgyia antiqua* bekamen nach Rühl ausnahmslos eine viel dunklere Färbung, sobald sie ausschliesslich mit Laub von *Betula alba* gefüttert wurden.

Mac Lachlan glaubt, dass die Varietäten der *Eupithecia*-Raupen unmittelbar, aber indirekt durch die Nahrung erzeugt werden. Er sammelte im Herbste gegen hundert Larven von *Eupithecia absinthiata*: die auf *Senecio jacobaea* gefundenen waren gelblich, die auf

Centaurea nigra gefundenen rötlich, die von *Matricaria* stammenden weisslich. Er setzte sämtliche Raupen auf *Senecio jacobaea*, als sie schon ihre volle Grösse erlangt hatten, fand aber nicht, dass sie die Neigung äusserten, gelb zu werden; dies beweist nach Mac Lachlan,

1. dass die Raupe von Jugend auf dieselbe Pflanzenart bewohnen muss, um die Fähigkeit der Nachahmung zu erwerben;
2. dass die Färbung nicht direkt durch die Nahrung verursacht werden kann, dadurch, dass sie durch die durchsichtige Haut hindurchschiene.

Die Färbung der Raupe ist, wie E. B. Poulton aus seinen Versuchen an der Raupe von *Smerinthus ocellatus* schliesst, bedingt

1. durch erblichen Einfluss;
2. durch die Farbe der Blätter, auf der sie lebt, nicht aber durch die Substanz des verzehrten Blattes;
3. durch individuelle Variation.

Auf Liguster und der wilden „Guelderrose" gefundene Raupen des Ligusterschwärmers waren nach Poulton lebhaft grün, die schrägen Streifen stark bläulich-lila. Eine auf Liguster gefundene und später mit Syringa gefütterte Raupe nahm allmählich die bei dieser Pflanze gewöhnliche mattere Färbung an. (Proceed. Roy. Soc. XL., 1886; — Bertkau, Bericht, S. 162—163.)

Litteratur.

Speyer, Dr. A., Bemerkungen über den Einfluss des Nahrungswechsels auf morphologische Veränderungen, insbesondere bei den Arten der Gattung Eupithecia. (Stettiner Entom. Zeitung, 44. Jahrg., 1883, S. 333—356.)

—, —, Die Raupe von *Acronycta alni*. Ein biologisches Rätsel. (Ebendas. S. 419—425.)

Mac Lachlan, Robert, Notes générales sur les Variations des Lépidoptères. Traduit de l'anglais avec annotations par Maurice Girard et J. Fallou. (Ann. Soc. Ent. France, 4. Sér., T. 7, 1867, S. 323—350.)

Rühl, Fritz, S. Isis (Russ), 13. Jahrg., 1888, S. 324.

Einfluss der gewissen Raupen zur Nahrung dienenden Giftpflanzen auf die Färbung der ersteren.

Bekanntlich werden Raupen wie andere Larven der Insekten von Vögeln gern gefressen. Manche Vögel gelten sogar als nützlich, weil sie von jenen Tieren grosse Mengen vertilgen. Es ist aber aufmerksamen Beobachtern längst aufgefallen, dass es hauptsächlich mattfarbige und glatthäutige Raupen sind, welche von den Vögeln

gern verzehrt werden; dass andererseits dornige und haarige oder bunt gefärbte Raupen unbehelligt bleiben. Die letzteren sollen aber wegen ihres unangenehmen Geschmackes von den Vögeln verabscheut werden. Die also an ihrer bunten Färbung kenntlichen übelschmeckenden Raupen geniessen dadurch den Vorzug des Schutzes gegenüber den als Nahrung sehr beliebten Raupen. Die Forscher bezeichnen die bunte Färbung als Trutzfärbung, weil die Vögel schon aus einiger Entfernung die an ihrer Farbe leicht kenntlichen unappetitlichen Raupen erkennen. In diese Gattung von Raupen gehören diejenigen mancher Noctuen (*Cucullia verbasci, asteris, lactucae* u. a. und *Acronycta*-Arten), Spinner (*Lasiocampa neustria*), gewisser Spanner (*Abraxas grossulariata*), Schwärmer (*Deilephila euphorbiae*), Zygäniden (*Zygaena filipendulae*).

Wallace ist überzeugt, dass die bunten Farben der übelschmeckenden Tiere nur den Zweck haben, allgemein den Insektenfressern zur Warnung zu dienen. Er führt Fälle an, dass junge unerfahrene Vögel nach einem grell gefärbten ungeniessbaren Tiere schnappten, es aber sogleich fallen liessen und sich vor Ekel schüttelten. Wahrscheinlich genügte die gemachte Erfahrung in künftigen Fällen, in denen ihnen die auffallenden Farben als Abschreckmittel dienten. Es scheint darnach, dass wir uns nicht täuschen, wenn wir diesen Kombinationen wissenschaftlichen Wert beilegen.

So ist ferner der auffallend feuerrot gefärbte und dadurch vor den übrigen Insekten unseres Landes ausgezeichnete Feuerkäfer, *Pyrochroa coccinea*, durch seine Färbung geschützt; J. W. Slater stellte durch einen Versuch fest, dass er von den Hühnern, die doch sonst gern Käfer fressen, entschieden verweigert wird. (Entomologist, Bd. 11, 1878, S. 191.)

Hermann Müller schrieb an A. Speyer über die Raupen von *Cucullia lactucae*, einer schon eben erwähnten, zu den Eulen gehörigen Schmetterlingsart: „Ich nahm sie mit, weil die grellgelbe und schwarze Zeichnung und ihr völlig offenes Umherkriechen in mir sogleich die Vermutung erweckte, dass sie durch widrige Säfte geschützt sein müsse, und dass ihre Färbung als Widrigkeitszeichen (Weismann) oder Trutzfarbe (G. Jäger) diene. Der Versuch, den ich soeben mit ihr anstellte, hat diese Vermutung bestätigt. Von den zahlreichen jungen und alten Hühnern meines Hühnerhofes rührten die meisten die Raupe, nach der sie neugierig die Hälse ausstreckten, gar nicht an; einzelne pickten darnach, so zaghaft, dass ihre Schnäbel nur die Luft trafen. Einige endlich pickten an, warfen aber die Raupe weg oder gingen selbst davon, ohne einen zweiten Versuch zu machen. Nur ein junges Hähnchen sah ich nach einigen Minuten Zwischenraum zum zweiten Male anpicken". (Stettiner Entom. Zeit., 1883, S. 420.)

J. Jenner Weir (Kosmos, I. Bd., 1877, S. 442) hat sich durch zahlreiche Versuche überzeugt, dass alle Raupen mit glatter Haut und

einer den Blättern oder der Baumrinde, worauf sie leben, ähnlichen Färbung, von gefangenen Vögeln, denen er sie vorwarf, mit Gier gefressen wurden, während auffallend gefärbte, oder mit Haaren und Stacheln versehene Raupen verschmäht wurden.

Wir verdanken es dem englischen Naturforscher Slater, darauf aufmerksam geworden zu sein, dass jene auffallend bunten, bei den Vögeln nicht beliebten Raupen in der Regel auf Giftpflanzen leben, z. B. *Deilephila euphorbiae* auf Wolfsmilch (*Euphorbia*), *Chaerocampa nerii* auf Oleander, die gleichfalls auffallend gefärbte Raupe von *Danais archippus* auf Arten von *Asclepias*, diejenige von *Thais polyxena* auf *Aristolochia*. Dagegen sind die Raupen unserer *Smerinthus*- und *Sphinx*-Arten, sowie der *Chaerocampa elpenor* und *porcellus* nicht auffallend bunt gefärbt und leben auch auf nicht giftigen Pflanzen. Unter der unausweichlichen Annahme, dass die Giftstoffe jener Pflanzen in den Körper der Raupen übergehen, sind die bunten Farben daher warnende Abzeichen. Da es auf Grund des oben dargelegten Einflusses der Nahrung auf die Färbung aber gleichfalls wahrscheinlich ist, dass diese Giftstoffe die bunten Farben hervorrufen, so hätten wir eine ganz verständliche Erklärung für die Entstehung der warnenden Farben der obigen Raupen.

Der Geruch der Nährpflanze geht nach Lelièvre's Beobachtungen (Le Naturaliste, 1. Juni 1880; Entom. Nachr., 1880, S. 166) sogar noch auf den Schmetterling über. Aus den Puppen hervorkommende Stücke beiderlei Geschlechts von *Thais polyxena* strömte bei der blossen Berührung ein Geruch aus, der dem Geruche der *Aristolochia*, wovon sich die Raupe nährt, nahe kam.

Auch die *Danais*-Arten, deren bunt gefärbte Raupen, wie vorhin angeführt, auf den giftigen *Asclepias*-Arten leben, sind noch als Schmetterlinge ungeniessbar und dadurch geschützt. Selbst im Tode bleiben sie unbehelligt, wie folgende Beobachtung zeigt. Meldola hatte einige Schmetterlinge zugesandt bekommen, welche die einzigen Ueberbleibsel einer durch Milben zerstörten Sammlung ausmachten; sie gehörten durchweg Gattungen an, die auch im Leben gemieden und also verschont werden, nämlich den Gattungen *Euploea*, *Danais* u. a.

Beachtenswerth ist es, dass in anderen Erdteilen wohnende Naturforscher Thatsachen beobachten, welche nicht mit den an europäischen Insekten gemachten Erfahrungen übereinstimmen. So z. B. leben zwar die bunten Raupen der chilenischen Schwärmer *Deilephila euphorbiarum* und *D. annei* auf *Mühlenbeckia sagittaefolia* und *Oxybaptrus parviflorus;* aber auch die einfach grüne, mit gelben Schrägstreifen versehene grosse Raupe von *Protoparce* (*Sphinx*) *eurylochus* Philippi nährt sich von der giftigen *Litrea venenosa* (Butler, Trans. Entom. Soc. London, 1882, S. 2—3). Vergl. auch *Cucullia lactucae* u. a.

Litteratur.

Weir, J. Jenner, On Insects and Insectivorous Birds; and especially on the Relation between the Colour and the Edibility of Lepidoptera and their Larvae. (Trans. Ent. Soc. London, 1869, S. 21—26.)

Weir, J. Jenner, Further observations on the Relation between the Colour and Edibility of Lepidoptera and their Larvae. (Trans. Ent. Soc. London, 1870, S. 337—339.)

Butler, A. G., Remarks upon certain Caterpillars, which are unpalatable to their ennemies. (Trans. Ent. Soc. London, 1869, S. 27—29.)

Meldola, R., The relationship between colour and edibility in larvae. (Entom. Monthl. Mag., Vol. 9, 1872—73, S. 68—69.)

Wallace, Alfred, R., Dislike of birds for certain insectlarvae. (Trans. Ent. Soc. London, 3. Ser., Vol. 5, 1865—67. Proceed. f. 1867, S. 80—81, 85.)

Lubbock, John, Note on the colours of British Caterpillars. (Trans. Ent. Soc. London, 1878, S. 239—258.)

Slater, J. W., On the Food of Gaily-coloured Caterpillars. (Trans. Ent. Soc. London, 1877, S. 205—209.)

Wallace, A. R., Ueber die Färbung der Lepidopteren. (Proceed. Entom. Soc. London, 1867, S. LXXX—LXXXI.)

Beziehung der Färbung der Blattwespenlarven zur Futterpflanze.

In derselben Weise wie bei den Raupen der Schmetterlinge finden wir merkwürdige Beziehungen zwischen der Färbung des Körpers und der Futterpflanze bei den Larven (Afterraupen) der Blattwespen (Tenthredinidae). Wir folgen hier Cameron, der uns in mehreren Zügen Bilder aus dem Bereiche dieser Insektengruppe vorführt, welche in gleicher Weise geniessbare und unschmackhafte Larvenarten enthält, von denen jene wie die betreffenden Schmetterlinge durch schützende, diese durch bunte, auffallende, warnende Färbung ausgezeichnet sind.

1. Blattwespenlarven, deren Körperfärbung mit der des Wohnortes übereinstimmt. Sie sind geniessbar. Manche von ihnen haben einen flachen Körper, sind sehr träge und halten sich beim Fressen auf der Unterseite der Blätter auf. Sie sind stets einförmig grün, der Kopf schwach bräunlich oder grün, wie der übrige Körper. Hierher gehören die Larve von *Camponiscus luridiventris* aus der Luteus-Gruppe von *Nematus*. Die Larve von *Nematus pallescens* ist ebenso gefärbt wie die Blätter einer Weide, *Salix cinerea*, ihrer Futterpflanze.

2. Die Arten einer zweiten Gruppe fressen längs des Blattrandes. Sie haben einen cylindrischen Körper, sind grün gefärbt oder, wenn sie einige Flecken zeigen, nehmen diese die Form weisslicher oder fleischfarbener Rücken- oder Seitenstreifen an. Beispiele dieser Färbung und Lebensweise sind die Larven von *Nematus miliaris*, *N. fagi*, *N. fallax* u. a. Sie sind gleichfalls geniessbar.

Wie es unter den Lepidopteren viele Raupenarten giebt, die an Gräsern und schmalblättrigen Pflanzen leben und dann stets einfach grün gefärbt oder mit weisslichen oder rötlichen, zusammenhängenden Streifen versehen sind, so verhält es sich auch bei den Blattwespenlarven. Das ist z. B. der Fall bei

Nematus conductus, an verschiedenen Gräsern;
- *fallax*, an Weiden, *Salix fusca;*
- *rumicis*, an Sauerampfer, *Rumex;*
- *mysoitidis*, an Klee, *Trifolium;*
Taxonus glabratus, an Knöterich, *Polygonum;* usw.

John Hellins teilt in der Entom. Monthl. Mag. XI. S. 66 mit, wie ähnlich die Raupe eines Lepidopterons, *Erastria fuscula*, einer Blattwespenlarve sei, welche an derselben Grasart lebt. Ohne Zweifel haben dieselben Einflüsse hier die gleiche Wirkung ausgeübt, die als Schutzfärbung sich kundgiebt.

An Kiefernadeln lebende, den verschiedensten Familien angehörende Raupen sind bekanntlich wie die Kiefernadeln gefärbt. Ganz das Gleiche ist bei den Blattwespenlarven der Fall, z. B. von *Nematus erichsonii*, *Lophyrus virens* u. a.

Als eines der schönsten Beispiele schützender Aehnlichkeit erkannte Cameron die Larve einer *Nematus*-Art an Wachholder (*Juniperus*). Sie konnte kaum erkannt werden, so ähnlich war sie in der Färbung den Wachholdernadeln. Auch die Raupen mancher Lepidopteren sind so gefärbt.

3. Es giebt auch unter den ungeniessbaren Blattwespenlarven solche mit flachem und solche mit cylindrischem Körper. Sonderbarer Weise sind die flachen Larven beider Gruppen (der geniessbaren und der ungeniessbaren) grün und ebenso träge in ihren Bewegungen. Sie unterscheiden sich aber voneinander durch ihre sonstige Lebensweise. Die essbaren halten sich nur an der Unterseite des Blattes auf und fressen das Blatt durch, so dass es in kurzer Zeit durchlöchert ist; die fressende Larve hält sich immer an den noch verschonten Teilen des Blattes auf. Die ungeniessbaren Larven sitzen immer auf der Oberseite des Blattes und fressen nicht durch dasselbe hindurch, sondern nur an der Oberhaut, so dass, wenn sie einige Zeit gefressen haben, das Blatt ganz weiss wird und die Larven leicht zu erkennen sind. Larven mit dieser Lebensweise sind entweder mit einer schleimigen Absonderung bedeckt, z. B. einige Arten von *Eriocampa*, oder sie

verbreiten einen unangenehmen Geruch, wie es bei einigen Nematiden der Fall ist. Die Larve von *Nematus leucotrochus* z. B., welche auf dem Hagedorn lebt, hat einen ganz widrigen Geruch. Cameron machte einen Versuch mit dieser Larve, indem er sie einem *Carabus* vorwarf, der sie verschmähte, hinterher aber ein Stück eines Regenwurms frass.

4. Die ungeniessbaren, am Blattrande fressenden Larven sind ganz verschieden von den oben behandelten Blattrandfressern. Viele von ihnen sind grünlich, aber selten oder niemals in derselben Schattierung, oft sogar bläulich oder meergrün oder weisslich. Anstatt der weissen oder fleischfarbenen Streifen zeigen sie unregelmässige Flecken und Zeichnungen. Die Zeichnungen sind gewöhnlich schwarz oder orangefarben und oft ist der vordere oder hintere Teil des Körpers orangefarben oder gelb. Anstatt ihren Körper der ganzen Länge nach an den Blattrand anzudrücken, halten sie ihn in eigentümlicher Weise aufwärts gekrümmt und zurückgebogen, so dass sie nur mit dem Vorderteile festsitzen. Dadurch, dass mehrere Exemplare an einem Blatte sitzen, die den aufgerichteten Hinterleib, an dem sich bauchwärts zwischen den Abdominalbeinen die Oeffnungen der den Gestank verbreitenden Drüsen befinden, beständig hin und her bewegen. Diese Blattwespenlarven werden von Vögeln meistens nicht gefressen, auch gegen Raubinsekten sind sie geschützt. Cameron legte einer Schabe (*Blatta*) einige Larven von *Nematus pavidus* vor, welche sie nicht anrührte, hingegen Larven von *Nematus miliaris* verzehrte.

Diese und noch andere Beispiele unter den Blattwespenlarven zeigen bezüglich der Schutzfärbung geniessbarer und der grellen Färbung widrig riechender und ungeniessbarer Larven grosse Uebereinstimmung mit den Schmetterlingsraupen.

Litteratur.

Cameron, P., On the larvae of Tenthredinidae, with special reference to protective resemblance. (Trans. Ent. Soc. London, 1878, S. 193—199.)

---

e. Schwarze Varietäten. Melanismus.

Sowohl in der freien Natur, wie bei der Raupenzucht im Hause erscheinen zuweilen sonst hell gefärbte Schmetterlingsarten in schwarzer Färbung. Unter den Tagschmetterlingen kommen solche Fälle weniger häufig vor, als unter den Spinnern (Bombycidae), Eulen (Noctuidae),

Spannern (Geometridae) usw. Die letztere Familie ist wohl am reichsten an solchen schwarzfarbigen Abweichungen. Nach R. Werner in Liegnitz treten in dieser Beziehung die Gattungen *Boarmia, Amphidasis* und *Angerona* in den Vordergrund. Es sind gewöhnlich früh im Jahre fliegende Arten, z. B. die ausserordentlich variirende *Boarmia crepuscularia*, welche im März und April an Baumstämmen gefunden wird. In England kommt die sehr nahestehende dunkle Art *biundularia* vor, die nichts als eine schwarze Varietät der *crepuscularia* sein soll. Auch *Boarmia repandata* neigt zum Melanismus in der Varietät *conversaria*.

Hybernia leucophaearia, die zuweilen schon im Februar zu finden ist, tritt nach Volkmann bei Düsseldorf regelmässig neben der weissgrauen Stammart in der schwärzlichen Varietät *marmoraria* Esp. (*nigricaria* Hübn.) auf. Die Varietät *merularia* gehört zu derselben Art; bei ihr erstreckt sich das Schwarz über das ganze Tier, welches dadurch den Eindruck einer verschiedenen Art hervorruft. Von *Hybernia leucophaearia* beschreibt Thierry-Mieg 1884 im „Le Naturaliste" (S. 437) eine Varietät *funebraria* aus Nordeuropa. Ihre Vorderflügel sind ganz schwarz, die beiden mittleren Binden kaum unterscheidbar. Da auch die Hinterflügel ähnlich gefärbt und dunkler sind als bei der Varietät *marmoraria*, so bildet sie den Uebergang zwischen der Stammart und der letztgenannten Varietät. *Eugonia quercinaria* var. *equestraria* fällt gleichfalls unter die Erscheinung des Melanismus; während bei der gelbflügeligen Stammart auf den Vorderflügeln nur zwei Querlinien braun sind, zeigen die Vorderflügel der Varietät das ganze Wurzel- und Saumfeld gleichmässig schwarzbraun.

Eine Varietät von *Amphidasis betularia*, mit Namen *doubledayaria*, die früher nur aus England bekannt war, wird nach Hoffmann (Stettiner Entom. Zeit., 1888, S. 169) mit zunehmender Häufigkeit jetzt auch in verschiedenen Gegenden Deutschlands gefunden. Die genaue Feststellung des ersten Auftretens von Varietäten in einem Gebiete, wo dieselben bisher nachweislich fehlten, würde in Hinsicht auf die Dauer der Umwandlung einer Art eine dankbare Aufgabe der Schmetterlingsforscher sein. Betreffs der *doubledayaria* sagt Hoffmann: „Die Umbildung einer Form in eine so extreme Varietät innerhalb eines so kurzen Zeitraums ist jedenfalls eine höchst auffallende Sache, welche die grösste Beachtung verdient. Da es nun nicht unmöglich ist, dass sich eine gleiche Umbildung innerhalb der nächsten Jahrzehnte in der einen oder der anderen Gegend unseres Kontinents vollziehen wird, so wäre es sehr wichtig, genaue Notitzen über das erste Auftreten der schwarzen Form zu sammeln, wonach dann vielleicht später die Ursachen der Umbildung festgestellt werden könnten."

Unter den von Thierry-Mieg 1884 im „Le Naturaliste" beschriebenen Melanismen sind noch folgende zu erwähnen. Bemerkenswert ist namentlich die fast schwarze Varietät des Nagelflecks, *Aglia tau*. Der Grund und die Ränder aller Flügel sind kohlschwarz; die-

jenigen Flächenteile, wo die gelbe Grundfarbe geblieben ist, sind schwarz besprengt, namentlich auf den Hinterflügeln. Der Rücken der Brust und der am Ende gelbe Hinterleib sind schwarz. Die Unterseite der Vorderflügel ist an denselben Stellen wie auf der Oberseite schwarz, mit einer grauen Makel im Spitzenteil. Die Hinterflügel sind ganz schwarzbraun, ausser dem weiss bleibenden Mittelflecke und einem Teile der weissen Zeichnungen der Stammart, welche bei dieser Aberration grau erscheinen. Eine Anzahl von Exemplaren derselben wurde in Wäldern des Eichsfeldes in Thüringen gefunden.

Derselbe Lepidopterologe führt von *Bupalus piniarius* eine Aberration *tristis* an, deren Flügel ganz grauschwarz sind, mit lichten, grauen, den gelben Flecken der Stammart entsprechenden Stellen. Auch die Fransen aller Flügel sind grau und mit Schwarz untermischt. Auf der Unterseite der Vorderflügel sind die gelben Flecke der Stammart gleichfalls nur angedeutet; die Unterseite der Hinterflügel ist der der letzteren ähnlich. Diese Beschreibung ist nach einem männlichen Exemplar vom Simplon entworfen.

Ein in Norwegen gefundenes Stück von *Argynnis lathonia* ist oberseits auf beiden Flügeln ganz russschwarz, ohne Zeichnungen, ausser einigen undeutlichen Flecken am Costalrande. Die Silberflecken der Unterseite sind miteinander verbunden und bilden Streifen (R. W. Bowyer, Entomologist. 10. Jahrg., 1877, S. 46).

In England, namentlich aber im Norden Grossbritanniens werden dunkle Varietäten häufig beobachtet.

Bei Liverpool findet sich *Acronycta menyanthidis* nach Prest in einer sehr blassen Varietät, bei York ist sie fast schwarz, die helle Varietät aber sehr selten. An einem bestimmten Orte („New Forest“) wird die weibliche *Argynnis paphia* oft in ganz schwarzen Stücken gefunden (Var. *valesina*). Prest erhielt während mehrerer Jahre aus einem und demselben Walde durch Zucht ganz schwarze Stücke von *Eupithecia albopunctata*. Die Flügel waren ganz rauchschwarz, ohne jede Zeichnung oder Flecken, nur in der Mitte jedes Vorderflügels befand sich ein noch schwärzerer Fleck. *Xylophasia polyodon* wird bei York in ganz schwarzen Stücken gefunden; auch *Abraxas grossulariata*. *Cidaria suffumata* ist zuweilen gesättigt dunkelbraun, *Taeniocampa opima* zuweilen fast schwarz, ohne Zeichnungen. Auffallender Weise treten in Lancashire *Liparis salicis, L. auriflua, Cabera pusaria* u. a. niemals in dunklen Varietäten auf. Weitere Untersuchungen und die umsichtige Beobachtung aller Verhältnisse sowohl in der freien Natur als bei der künstlichen Zucht werden uns über die Ursache dieser Erscheinungen wahrscheinlich die Augen öffnen. Robinson erinnert daran, dass, wenn die Raupe mit saftigen und üppig gewachsenen Kräutern aufgezogen wird, der Schmetterling meist grösser und blasser gefärbt ist, und dass dunkle Wälder, in denen dumpfe Luft und wuchernde Pflanzen vorherrschen, der Aufenthaltsort blass

und trüb gefärbter Lepidopteren sind, z. B. Arten von *Acidalia, Cabera* u. a.

Die verschiedenen Varietäten von *Lomaspilis marginata* sind gute Beispiele für den Einfluss der Lokalität; dunkel und scharf gezeichnete Stücke wurden an einem freien Abhange, solche, denen der schwarze Rand fast gänzlich fehlte, in einem dumpfen, dunklen Gebüsch gefangen. Pflanzen, welche im Wachstum zurückgeblieben sind, z. B. in der Nähe der Fabriken, an schlecht bewässerten Orten, an Höhepunkten, sollen dunkle Varietäten begünstigen. Futter in halbverwelktem oder trocknem Zustande lässt kleine dunkle Nachtschmetterlinge erstehen. Prest bekam auf diese Weise im Verlaufe weniger Generationen vollständig schwarze *Amphidasis betularia.* Durch dasselbe Mittel wird das Verhältnis von Schwarz zu Weiss bei *Abraxas grossulariata*, dasjenige von Braun und Schwarz zu Weiss und Rot bei *Euprepia caja* verändert. Kalk wird in der Regel von schön hell gefärbten Insekten bewohnt, z. B. von *Lycaena corydon, L. adonis* und vielen Geometriden, bei denen die helle kalkweisse Färbung vorherrscht. Bekanntlich ist der Pflanzenwuchs des Kalkbodens ein üppiger.

Nach Nicholas Cooke kommt *Acronycta leporina* in England an einem Orte dunkelgrau, an anderen schön weiss mit den charakteristischen dunklen Flecken vor. In Invernessshire bekam er zuweilen ganz dunkle Stücke von *Pieris napi;* eines ist fast schwarz. *Plusia festucae* ist bei Gorsey Hey sehr dunkel, bei Glen Spean viel heller. Derselbe Beobachter teilt mit, dass vor einigen dreissig Jahren *Boarmia biundularia* im Delamerer Walde, wo sie sehr häufig war, auf den Flügeln eine weisse Grundfarbe hatten, und dass sich dunkle Stücke nur sehr selten fanden; dass aber jetzt (1877) das Umgekehrte der Fall sei, dass jetzt nur dunkle, rauchbraune oder fast schwarze Stücke vorkämen und helle sehr selten seien. Auch bei Staffordshire findet sich die dunkle Form derselben Art, und in der Nähe wird eine grosse Menge Rauch von Eisenwerken und Töpfereien hervorgebracht. Cooke sucht die Ursache jener Aenderungen in den Wirkungen des Klimas. Dieses ist in den letzten dreissig Jahren verändert durch die Zunahme grösserer Städte, durch Fabrikanlagen usw., und zwar gerade in dem Gebiete, wo bei den obigen Arten Veränderung in der Färbung eingetreten ist. Auch sollen die auf die Blätter der Bäume und Krautpflanzen abgelagerten Stoffe, welche die Nähe grosser Städte erzeugen, bei der Nahrung von Einfluss gewesen sein.

Buchanan White sucht die Ursache des Melanismus in meteorologischen Verhältnissen, glaubt jedoch, dass in gewissen Fällen, z. B. betreffs der dunklen Form von *Boarmia* (*Tephrosia*) *biundularia* chemische Agention von Einfluss auf die Futterpflanze gewesen sein können. Prest verlegt die Ursache in den etwaigen Einfluss der Bodenart auf die Futterpflanze.

Die mehrfach geteilte Annahme, dass die Ursache des Melanismus in den klimatischen Verhältnissen zu suchen sei, und dass ein

abnormes Frühjahr und Sommer, in welchem die rauhe Temperatur, verbunden mit Feuchtigkeit und Mangel an Sonnenschein vorherrschen, die Bildung der schwarzen Färbung bei gewöhnlich heller gefärbten Schmetterlingen begünstige, scheint am meisten für sich zu haben. Es frägt sich daher, ob der Melanismus bei der diesjährigen aussergewöhnlich hohen Temperatur nicht so zur Geltung gekommen ist, wie in den kühleren Sommern der letzt vergangenen Jahre. Bei dem Interesse, welches die allerorten wohnenden Schmetterlingsfreunde an dieser Sache haben, werden wir wohl darüber Näheres erfahren. Der Lepidopterologe Volkmann ist überzeugt, dass die auf lange schneereiche Winter folgenden kühlen und regnerischen Sommer der letzten Jahre mit dem gleichzeitig so auffallend in die Erscheinung getretenen Melanismus in Beziehung standen.

Dass in der Ebene oder auf niedrigen Gebirgen vorkommende metallisch gefärbte *Carabus*-Arten im höheren Gebirge schwarz gefärbt sind, ist wohl auf dieselbe Ursache zurückzuführen, die zuweilen in der Ebene die schwarze Färbung hervorruft. Es kommen hier in Betracht der grün-metallisch gefärbte ***Carabus auronitens***, der sich auf den Alpen und Karpathen in schwarzem oder schwarzbraunem Kleide findet. Auch ***Carabus alpinus*** Dej. auf dem Monte Rosa, ***C. glacialis*** Mill. auf der hohen Tatra, ***C. baudii*** auf dem Monte Viso u. a. kommen, ausser in bronzefarbigen, auch in schwarzen Stücken vor. In der königlichen Sammlung befinden sich auch schwarze Stücke von ***Calosoma sycophanta*** aus der Umgegend von Berlin und Kreta, sowie ein schwarzes Stück des goldfarbigen ***Carabus olympiae*** Sella aus Piemont. Der bei uns im Innern des Landes schön blaue ***Geotrypes vernalis*** wird an der Ostseeküste schwarz.

Mutmasslich ist es die Einwirkung des Seeklimas, dass die Trichoptera der shetländischen Inseln, besonders ***Limnophilus sparsus*** Curt., *Stenophylax latipennis* Curt., *St. concentricus* Zett. und ***Plectrocnemia conspersa*** Curt., gleichwie die Lepidopteren dieser Inseln kleiner und dunkler gefärbt sind, als auf dem Festlande. (Mac Lachlan.)

Wie schon die bekannten Versuche Dorfmeisters, Weismanns u. a. (siehe oben S. 62—65) zeigen, ruft erniedrigte Temperatur eine Veränderung der Färbung hervor. Es liegt nun nahe, und verschiedene, eben gemachte Hinweise befürworten dies, dass auch der Melanismus bei erniedrigter Temperatur entsteht. Es liegen die Resultate einiger in diesem Sinne angestellter Versuche vor, auf welche sich die Aufmerksamkeit bisher noch wenig gelenkt zu haben scheint.

Schmetterlingszüchter machen nämlich zuweilen die Beobachtung, dass, wenn man in der Entwicklung schon ziemlich vorgeschrittene Schmetterlingspuppen der Kälte aussetzt und dadurch künstlich hemmt, die Farbe des Schmetterlings verdunkelt wird (Rössler, Schmetterlinge Nassaus). G. Stange setzte einige noch im Oktober

durch Zucht erhaltene Puppen einer Eule, *Agrotis pronuba*, etwa drei bis vier Wochen der Winterkälte aus, als die Entwicklung des Schmetterlings schon begonnen hatte, und erhielt dadurch einen auffallend dunkel gefärbten Schmetterling, während die übrigen Puppen starben. „Von der Zeichnung ist nur der schwarze Fleck nahe der Spitze, die Nierenmakel und der Raum zwischen Nieren- und Ringmakel als brauner Fleck sichtbar, während die letztere selbst mit dem helleren Vorderrande zusammenfliesst. Das Gelb der Unterflügel ist viel trüber und schwach mit Grau gemischt, die schwarze Aussenbinde dagegen matter, so dass der ganze Unterflügel weniger grell gezeichnet erscheint.“ Andere Schmetterlingsarten, z. B. *Cidaria tristata*, wurden durch dieselben Versuche des letztgenannten Beobachters nicht beeinflusst (Stettiner Entom. Zeitung, 1886, S. 279).

Es ist nach diesen Darlegungen daher wahrscheinlich, dass ein rauhes Klima die Bildung von schwarzen Varietäten begünstigt. Es ist aber wohl nicht ausser Acht zu lassen, dass auch andere, und zwar örtliche Ursachen, die gleichfalls oben herangezogen wurden, dem Melanismus unter Umständen günstig sein können. Wir wissen also noch nicht viel über diese Erscheinung, auch nicht über den Einfluss äusserer Verhältnisse im Klima, in der Temperatur usw. Umsichtige Beobachtungen und Experimente, die von einigen Entomologen schon mit Fleiss angestellt wurden, führen wohl zum Ziel.

Merkwürdig sind die von Scudder kürzlich mitgeteilten Fälle von Melanismus bei nordamerikanischen Tagschmetterlingen. In seinem neuesten Werke (The butterflies of the eastern states and Canada. Part IX, 1889, S. 1285) führt er *Jasoniades glaucus* und *Cyaniris pseudargiolus* an, welche ausgezeichnete Beispiele melanotischer Verfärbung darbieten. Bei der ersten Art ist es das weibliche Geschlecht, dessen Flügel oberseits zuweilen schwarz sind, statt der gewöhnlichen hellen bunten Färbung, und auffallend ist dabei der Umstand, dass die schwarze Färbung, und zwar stets nur bei den Weibchen, gegen Süden zunimmt. Die zweite Art *Cyaniris pseudargiolus* ändert nur im männlichen Geschlecht, und zwar gleichfalls in den Südstaaten, zuweilen in schwarz ab. Dieselbe Erscheinung bei zweien, ganz verschiedenen Familien angehörenden, aber in demselben Gebiete vorkommenden Arten, und bei der einen Art nur im weiblichen, bei der anderen nur im männlichen Geschlecht vorkommend, ist jedenfalls auf eine äusserliche Ursache zurückzuführen, als welche Scudder das wärmere Klima ansieht. Es ist nach ihm aber die Veränderung desselben, der Wechsel der Jahreszeiten, welche den Melanismus begünstigt. Wo die Unterschiede in den Jahreszeiten geringe sind, also in den Tropen, werden keine melanotische Varietäten gefunden.

Der Gegensatz, der sich darin kundgiebt, dass in dem einen Falle ein rauhes Klima, in dem anderen ein subtropisches zur Erklärung der gelegentlich auftretenden Melanose herangezogen wird, deutet auf die verschiedene Natur der Melanismen hin.

Litteratur.

Robinson, E. K., Causes of Melanism in Lepidoptera. (Entomologist. Vol. 10, 1877, S. 131—132).

White, F. Buchanan, Melanochroism in Lepidoptera. (Entomologist. Vol. 10, 1877, S. 126—129; Entom. Monthl. Mag., Vol. 14, 1877—78, S. 15—16.)

White, F. Buchanan, On Melanochroism and Leucochroism. (Ebenda, Vol. 13, 1876—77, S. 145—149.)

Prest, W., On Melanism and Variation in Lepidoptera. (Entomologist. Vol. 10, 1877, S. 129—131.)

Birchall, E., On Melanism in Lepidoptera. (Entomol. Monthly Magaz., Vol. 13, 1876—77, S. 130—133.)

Cooke, N., On Melanism in Lepidoptera. (Entomologist. Vol. 10, 1877, S. 92—96, 151—153.)

Forbes, W. A., Melanism in Lepidoptera. (Entcm. Monthl. Mag., Vol. 14, 1877—78, S. 16—17.)

Werner, R., Ueber Nigrismus einiger Geometridenarten. (Entom. Zeitschrift, Guben, II. Jahrg., 1889, S. 125—126.)

Volkmann, Weiteres zum Nigrismus der Spanner. (Ebenda, III. Jahrg., 1889, S. 16—17.)

Mac Lachlan, R., Trichoptera from Unst, North Shetland. (Entom. Monthl. Mag., Bd. 21, 1884, S. 91, 153—155.)

---

f. Albinismus unter den Insekten.

Unter Albinismus ist die Erscheinung zu verstehen, dass, wie manche andere Tiere, so auch Schmetterlinge zuweilen weisslich gefärbt sind, obgleich ihre eigentliche Färbung eine dunkle oder bunte ist. Es sind hier namentlich die Flügel gemeint, da bei der Färbungserscheinung am Schmetterling der Rumpf meist zurücktritt.

Der bei den verschiedensten Tieren, vor allen bei den Säugetieren (Ratten, Mäuse, Hirsche, Elefanten, Kaninchen, Maulwürfe) und Vögeln (Pfauen, Haushühner, Drosseln, Raben) auftretende Albinismus kommt gewöhnlich nur individuell, aber auch erblich vor und besteht darin, dass der Farbstoff der Haut, der Haare und der Federn nicht zur Entwicklung gelangt. Krukenberg spricht von Verfärbung, die in einer Entfernung des zuvor veränderten Pigments durch Resorption begründet sei. Als echte Albinos werden unter den Menschen, Säugetieren und Vögeln diejenigen Individuen bezeichnet, bei denen das Pigment ausser in den Haaren (und vorkommenden Falles in der Haut) auch in den Augen, die infolgedessen rot erscheinen, fehlt.

Eduard Brandt schrieb über den Albinismus bei den Kellerasseln, *Porcellio scaber* (Horae Soc. Entom. Rossicae, Bd. VIII).

Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire unterscheidet bei den Lepidopteren nach dem Grade der Ausbildung drei Arten von Albinismus: vollkommenen, unvollkommenen und partiellen. Fälle der ersten und dritten Art sind sehr selten, dagegen sind unvollkommene Albinos wiederholt beobachtet.

Es ist hier natürlich nur der anomale Albinismus gemeint, während der normale, zu dem Charakter der Art oder Varietät gehörige, von der gegenwärtigen Betrachtung selbstverständlich ausgeschlossen ist. Gadeau de Kerville ist der Meinung, dass, wenn gelegentlich einige Exemplare einer dunkel gefärbten Art Albinos sind, dieser individuelle Charakter schliesslich ein Artcharakter werden kann, wie es in der That bei einigen Säugetierarten beobachtet sei.

Der Albinismus tritt bilateral, nämlich beiderseits auf den Flügeln auf, oder unilateral, wenn derselbe auf die Flügel der einen Seite beschränkt ist.

Gadeau de Kerville erwähnt folgende, dem unvollkommen einseitigen Albinismus angehörige Beispiele:

Polyommatus phlaeas L. ♀. — Rechter Vorderflügel ganz.
Melitaea parthenie Bkh. var. *varia* Meyer-Dür ♂. — Linker Vorder- und Hinterflügel teilweise.
Argynnis lathonia L. ♀. — Rechter Vorder- und Hinterflügel teilweise.
Argynnis adippe L. ♂. — Rechter Vorderflügel teilweise.
Argynnis paphia L. ♂. — Linker Vorderflügel teilweise.
Erebia evias God. ♂. — Linker Vorderflügel ganz.
Erebia evias God. ♂. — Rechter Hinterflügel ganz.
Satyrus janira L. ♂. — Rechter Vorder- und Hinterflügel fast ganz.
Satyrus janira L. ♂. — Rechter Vorderflügel fast ganz.
Satyrus janira L. 2 ♀. — Rechter Vorder- und Hinterflügel teilweise.
Satyrus janira L. ♀. — Rechter Vorderflügel teilweise.
Satyrus tithonus L. ♂. — Rechter Vorderflügel teilweise.

Noch weitere Fälle wurden bei *Satyrus hyperanthus* L., *Zygaena minos* S. V., *Triphaena pronuba* L. u. a. A. beobachtet.

Einen ausgezeichneten Albino beschreibt Peracca im Zoolog. Anz. Er gehört zu *Melitaea didyma*. Die Oberseite der Vorderflügel ist rein weiss, die schwarzen Flecke sind normal, gut abgegrenzt und greifen nicht auf die weisse Farbe des Grundes über. Die Oberseite der Hinterflügel ist rötlichweiss, ziemlich dunkel am Vorderrande, gelblichweiss am Hinterrande derselben. Die schwarzen Flecke sind auf den Hinterflügeln nicht zahlreich, treten aber am Vorderrande sehr deutlich hervor. Die Unterseite der Vorderflügel ist im Spitzenwinkel weisslich, im übrigen rötlichweiss und gefleckt; die der Hinter-

flügel sehr hell, schmutzig weiss; die Flecke und Zeichnungen fehlen teilweise. Dieses Exemplar wurde in Ligurien gefangen.

Julius Müller fing ein Männchen von *Melitaea didyma* am 23. Juli 1854 in einer Gebirgsgegend nahe bei Brünn, welches sich in Gesellschaft einer grösseren Anzahl von Weibchen derselben Art befand und von allen diesen durch die auffallende weissliche Färbung unterschied. Es fehlt vollständig die für diese Art charakteristische brennend rotbraune Färbung des Flügelgrundes, sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite, und ist statt dessen ein schmutziges Weiss mit nur schwachem rötlichem Anfluge vorhanden. Auch sind die schwarzen Zeichnungen, obgleich nur unmerklich, von den gewöhnlichen dieser Art verschieden. (Stettiner Ent. Zeitung, 1855, S. 108, Taf. II, Fig. 1.)

Eine von J. Fallou beschriebene Aberration von *Pararge ida* Esp. zeigt partiellen Albinismus von vollkommener Regelmässigkeit, wie er nur sehr selten vorkommt. Der Kopf, die Brust und der Hinterleib sind weisslich, statt braun, auf der Oberseite. Die Scheibe der Flügel ist wie gewöhnlich lebhaft rötlich; aber die übrige sonst braune Farbe der Flügel ist durch eine weisse ersetzt. Dieser Albino wurde im Fluge mit einer grossen Zahl typischer Stücke derselben Art gesehen und gefangen, und zwar im Juli 1878 bei Roquefavour zwischen Marseille und Aix.

Ein zweiter von Fallou erwähnter Albino gehört zu *Euprepia caja* Latr. Die Oberflügel sind ganz braun; die Unterflügel haben dieselbe Färbung, nur in einem viel helleren Tone; auch sind die Umrisse der gewöhnlichen Flecken zu erkennen. Die Brust ist vorn rötlichgrau statt braun, der Hinterleib schwärzlichgrau. Dieses Exemplar schlüpfte aus einer Puppe, welche von einer bei Champrosay (Seine-et-Oise) gefundenen Raupe gewonnen war. Die Entwicklung zum Schmetterling kam unter eigentümlichen atmosphärischen Verhältnissen zu Stande: nämlich in der sehr stürmischen Nacht vom 27. zum 28. Mai 1882 während eines Gewitters.

Der Marquis von Lafitole vermochte durch Zucht Varietäten von *Euprepia caja* nur dann zu erzielen, wenn an dem Tage des Ausschlüpfens sich ein Gewitter entlud. Er schliesst daraus, dass wahrscheinlich die Elektrizität die Veränderung der Farben der Schmetterlinge bewirke (Pet. Nouv. entom., 1876, S. 62).

Bellier de la Chavignerie fing während eines Gewitters eine Anzahl Bläulinge von der Art *Lycaena adonis* F., die sämtlich lila statt blau gefärbt und erst einige Stunden vorher ausgeschlüpft waren. Auch dieser Entomologe glaubte schon damals, dass das elektrische Fluidum eine Rolle bei der Erzeugung zufälliger Varietäten spiele (Ann. Soc. Ent. Erance, 1858, S. 301).

Aehnliche Fälle verzeichnet noch Fallou. Am 3. Juli 1873 fand er in dem Walde von Sénart während eines heftigen Gewitters eine *Arge galathea* L. ♀, welche ein Beispiel von ausgezeichnetem

Albinismus lieferte; die schwarze Farbe war vollständig durch eine weissliche ersetzt, auf welcher nur graue Stäubchen zu sehen waren. Am 16. August 1877 fing er in der Schweiz auf dem Simplon, gleichfalls während eines Gewitters, ein Weibchen von *Polyommatus xanthe* F., bei welchem die gewöhnliche braune Farbe der Vorderflügel einer strohgelben gewichen war, während die Hinterflügel am Grunde schwarz statt braun waren. Am 26. Juli 1882 bekam er während eines gleichen Unwetters im Walde von Sénart eine *Pararge janira* ♀, deren Vorder- und Hinterflügel auf der rechten Seite stark zum Albinismus hinneigten.

Ueber die Wirkung der Elektrizität besitzen wir Mitteilungen von Nic. Wagner (1865), welcher Versuche über deren Einfluss auf die Flügelfärbung bei *Vanessa urticae* anstellte, indem er intermittierende Induktionsströme auf die Puppen dieser Art einwirken liess. Sehr starke Ströme wirkten zerstörend auf das Pigment und die Flügelmembran, weniger starke verwandelten das Rot in Orange, das Schwarz in Rot, infolge dessen die schwarzen Flecke der Flügel des ausschlüpfenden Insekts beseitigt waren. Schwache, aber constante Ströme liessen in unmittelbarem Anschluss an bereits vorhandene schwarze Flecke schwarzes Pigment entstehen.

Die Erzeugung des Albinismus durch Elektrizität gewinnt durch diese direkten Versuche an Wahrscheinlichkeit. Da der elektrische Strom, nach dem Grade seiner Intensität, eine verschiedenartige Veränderung der Färbung hervorruft, so ist nicht ausgeschlossen, dass dadurch die Farbe auch ganz verschwinden kann.

Da die Farbe bei den Schmetterlingen sich entwickelt, noch bevor diese die Puppenhülse verlassen haben, so frägt es sich indess, wann und wie bei den Albinos die Verfärbung vor sich geht.

Gadeau de Kerville fand unter dem Mikroskop, dass die Pigmentkörnchen in den Schuppen der Albinos viel weniger zahlreich waren, als in den Schuppen normal gefärbter Schmetterlinge und glaubt, dass der Albinismus auf der Abwesenheit von Pigment beruhe.

Scudder sucht, wie sich aus seinem schon vorhin angeführten Werke (The butterflies oft the eastern united states and Canada, Part IX, 1889, S. 1287) ergiebt, die Ursache des Albinismus bei Schmetterlingen in dem Einflusse eines kälteren Klimas. In Nordamerika werden Albinos bei den Arten von *Eurymus* gefunden, aber nur bei den Weibchen, und zwar in der Weise, dass in einigen Fällen alle Weibchen, in anderen nur ein Teil der Angehörigen dieses Geschlechts dem Albinismus verfallen sind. Dieser ist nicht an die Oertlichkeit gebunden. Bei polymorphen Arten tritt der Albinismus häufiger in den früheren als in den späteren Generationen des Jahres auf. Auch kommt er mehr in der subarktischen und subalpinen

Region vor, als in niederen Breiten und auf weniger hohen Erhebungen. Während die Melanismen nur südlich von der Breite von New-York gefunden werden, sind Albinismen nur nördlich von dieser Grenzlinie bekannt.

Auch hieraus geht hervor, dass wir weit davon entfernt sind, den Albinismus, wie er bei den Schmetterlingen auftritt, zu verstehen.

Fälle von Rufinismus werden sehr selten gefunden.

Litteratur.

Geoffroy Saint-Hilaire, Isidore, Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux; ou Traité de tératologie. Paris, 1832—1836. 3 Bände. Nebst Atlas mit 20 Tafeln.

Gadeau de Kerville, Henri, Note sur l'albinisme imparfait unilatéral chez les Lépidoptères. (Ann. Soc. Ent. France. 6. Sér., Tome V., S. 431—434.)

Peracca, Marius, H., Sur un cas d'Albinisme observé dans une femelle de Melitaea Didyma. (Zoolog. Anzeiger. 1885, S. 24—25.)

Fallou, J., Note sur diverses variétés de Lépidoptères. (Ann. Soc. Ent. France. 6. Sér., Vol. III, 1883, S. 21—22, Taf. 1.)

Wagner, Nic., Influence de l'électricité sur la formation des pigments et sur la forme des ailes chez les papillons. (Compt.-Rend. 1865, T. 61, S. 170; Ann. Soc. Ent. de France. 4. Sér., T. 5, 1865, Bull., S. 47—48; Rev. et Mag. de Zool., 2. sér., t. XVII, S. 245; Gerstaecker, Bericht 1865—66, S. 10.)

Weir, J. Jenner, Are the Colours of Lepidoptera influenced by Electricity? (Entomologist. Vol. 9, 1876, S. 251—254.)

Wocke, M. F., Ueber Albinismus bei Schmetterlingen. (50. Jahresber. d. Schlesischen Ges. f. vaterländ. Kultur, 1873, S. 185—186.)

Fallou, J., Description de plusieurs Lépidoptères anormaux recueillis dans le Valais. (Annal. Soc. Ent. France. 5. sér., vol. 1, 1871, S. 99—108.)

Magretti, P., Intorno ad alcuni casi di albinismi negli invertebrati. (Bulletino scientifico, No. 1. Pavia, Aprile 1881.)

---

g. Die farbigen Zeichnungen des Körpers und seiner Teile.

Obgleich die Insekten zum grossen Teile einfach gefärbt sind, entweder hell, matt oder dunkel in verschiedenen Farben, so ist die Färbung bei zahlreichen Insekten doch eine mehrfache und sehr häufig zu Zeichnungen ausgebildet (Flecken, Augenflecken, Binden, Striche, Wische usw.), welche sich in die Grundfarbe mengen. Die Zeich-

nungen treten am meisten auf den Flügeln und Flügeldecken auf, im übrigen auf der dem Lichte zugewandten Seite des Körpers, also auf dem Kopfe und dem Rücken der Brust und des Hinterleibes.

Die grosse Mannigfaltigkeit der Flügelzeichnungen ist fast durchweg mit einer gewissen Regelmässigkeit verbunden, und grösstenteils sind sie auf einen Grundplan zurückzuführen oder durch Gesetzmässigkeit in dem Auftreten gewisser Flecke ausgezeichnet. Für eine Art (Spezies) bildet die Zeichnung gewöhnlich ein bestimmtes Kennzeichen, da dieselbe bei einer und derselben Art in immer gleicher Anlage auftritt und nur in der Ausbildung schwanken kann. Gesättigte Färbungen bei einem Teile der Arten einer Gattung sind oft auf Zeichnungen anderer Arten derselben Gattung zurückzuführen. Bei der systematischen Reihenfolge der Arten müssten die Färbungsverhältnisse nach dem Gesichtspunkte der Fortentwicklung berücksichtigt werden; denn sie zeigen ebenso gut eine einfachere Bildung oder vollendetere Ausbildung an, als irgend eine Eigenschaft oder ein Organ.

Die Zeichnungen auf den Flügeln der Schmetterlinge.

Am reichsten sind die Zeichnungen auf den Flügeln der Schmetterlinge ausgebildet, aber im Zusammenhange sehr wenig studiert. Wir finden bei unseren Untersuchungen, dass die Flecken und Zeichnungen auf den Flügeln dieser Insekten im grossen Ganzen nach folgenden Regeln angelegt werden.

1. Dunkle Augenflecke oder diesen entsprechende einfache Flecke (Fig. 45) befinden sich in der Mittellinie der Aussenrandfeldchen; sie sind oft zu mehreren vorhanden und verlaufen mehr oder weniger parallel zum Aussenrande. Der Kern eines solchen Fleckes wird stets von der in der Mittellinie des Feldchens liegenden Concavfalte a durchschnitten, auch dann, wenn der Fleck mehr als ein Feldchen belegt.

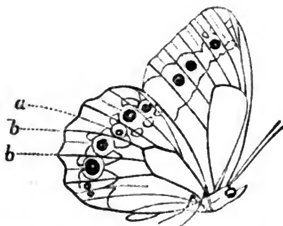


Fig. 45. Unterseite eines Vorderflügels von *Pronophila protogenia*. Nach Hewitson. — a, Concavfalte; bb, die ein Aussenrandfeldchen begrenzenden Adern.

2. Eine dem Aussenrande parallel laufende dunkle Binde und andere Binden sind auf bindenförmig stehende Einzelflecke zurückzuführen. Das ist sowohl bei den verschiedenen Arten einer Gattung, als auch bei den Varietäten einer Art zu sehen. Die Binden auf den Fügeln der *Lycaena pulchra* Murr. Westafrikas und *Lycaena felderi* Murr. Queenslands weisen hin auf die entsprechenden Fleckenreihen anderer Arten derselben Gattung.

Das Zusammenfliessen isolierter Flecke zu grösseren Flecken, Wischen oder Binden kommt auch bei den Einzelwesen derselben Art vor. Solche Stücke haben dann ein von der Stammart ganz abweichendes Aussehen. Sie werden nicht sehr selten beobachtet. Neuerdings beschrieb Benedict Friedländer eine Aberration des Silberstrichs, *Argynnis paphia*, ein Exemplar, auf dessen Flügeln viele für gewöhnlich getrennte schwarze Flecke mit einander verschmolzen und so bedeutend verbreitert sind, dass das Aussehen ein ganz anderes geworden ist. Die zugehörige Abbildung findet sich auf Taf. VII der Berliner Entom. Zeitschr. 1888. Aehnliche abnorm gefärbte Stücke von anderen Arten, nämlich *Melitaea cynthia, M. athalia, Argynnis lathonia, A. pales, A. selene, A. euphrosyne, A. niobe, A. aglaja*, finden sich in der Sammlung des königl. Museums für Naturkunde zu Berlin. Vergl. ferner S. 78.

Ueber abweichende Stücke, bei denen die Flecke der Stammart ausnahmsweise zu Binden zusammengeflossen sind, vergl. man auch Fologne (Ann. Soc. ent. Belg., VII, Taf. 3).

3. Die Adern enden am Aussenrande zuweilen in einem dunklen Wische, z. B. bei *Aporia crataegi*. Die Wische verbinden sich bei vielen Arten gern miteinander und bewirken dadurch die dunkle Färbung des Aussenrandes, welche oft bindenartig erscheint.

4. Diese Binde des Aussenrandes ist oft regelmässig zackig, da jedes der zwischen zwei Adern befindliche Stück bogenförmig, beziehentlich halbkreisförmig geformt ist. Die offene Seite jedes halbkreisförmigen Fleckes (oder Bindenteils) sieht immer nach aussen; die Bogenform ist dadurch zu erklären, dass bei der Ausbildung des Flügels die Adern schneller in die Länge wuchsen, als die zwischenliegende Flügelhaut, so dass die jenen benachbarten Teile der letzteren mitgezogen wurden, während der mittlere Teil der Flügelhaut zurückblieb. Hierdurch wird auch die regelmässige zackige Bildung des Flügelrandes vieler Schmetterlinge verständlich.

5. Der bei zahlreichen Schmetterlingsarten der verschiedensten Gruppen vorkommende mittlere Fleck der Vorder- und Hinterflügel findet sich stets auf der Anastomose, d. i. auf der unregelmässigen, die Mittelzelle nach aussen abschliessenden, quer verlaufenden Ader (Fig. 46 a). Beispiele sind *Gonopteryx rhamni, Polyommatus dispar, P. virgaureae, P. phlaeas, Anthocharis cardamines*, die *Colias*-Arten, *Lasiocampa, Gastropacha, Bombyx, Saturnia, Mamestra, Hadena*.

6. Dieser Fleck setzt sich oft zu einer Querbinde fort, indem er sich mit einem randständigen Flecke des Vorderrandes verbindet.

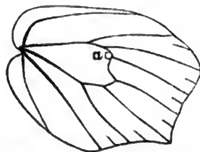


Fig. 46. Ein Hinterflügel des Zitronenfalters, *Gonopteryx rhamni*. a, der Mittelfleck.

7. Ein oder zwei Mittelflecke der grossen Mittelzelle werden zuweilen bindenartig, nehmen die Form einer Querbinde an und vereinigen sich mit etwaigen, auf dem Wege zum Hinterrande sich findenden Flecken zu einer oder zwei die Grundhälfte der Flügel durchquerenden Binden.

8. Verkürzungen oder nicht zustande gekommene Ausbildung dieser Binden, welche namentlich den dem Hinterrande zugewandten Teil betrifft, bringt die Fleckenzeichnung hervor, welche z. B. *Vanessa polychloros, urticae* und *io* zeigen.

9. Die unter 3. bis 7. entwickelten Zeichnungen finden sich in verschiedenem Grade der Ausbildung bei den Arten von *Melitaea*, am einfachsten, mehr oder weniger nur aus den grundlegenden Flecken bestehend, bei *Melitaea didyma;* bindenartig bei *cinxia* und *athalia*, während *aurinia* teilweise die Mitte hält zwischen diesen beiden Arten und *didyma*. Die schwarze bindenartige Zeichnung hat bei *M. dictynna* so überhand genommen, dass nur noch bindenartig gestellte Reihen gelbroter Flecke übrig bleiben. Vergl. auch *Vanessa levana* S. 63.

10. Eine oft vorkommende isolierte helle Binde auf je einem Flügel entsteht dadurch, dass sowohl in der Grundhälfte des Flügels als auch am Aussenrande die dunkle Zeichnung durch Wucherung der dunklen Flecken und Binden überhand genommen, während der zwischenliegende, zunächst der Anastomose gelegene Streif von den beiden Wucherungsgebieten unberührt bleibt. Beispiele hierzu sind *Limenitis camilla* und *sibylla*.

11. Diese helle Binde wird gewöhnlich an der Stelle von der dunklen Färbung unterbrochen, wo sie von der kräftigen Medianader durchschnitten wird. Die Ursache dieser Erscheinung ist dieselbe wie diejenige, dass die dunkle Färbung in der Grundhälfte der Flügel, wo die Adern am kräftigsten sind, häufig am besten ausgebildet ist.

Aus manchen der angeführten Punkte ergiebt sich, dass die Zeichnung der Flügel in engem Zusammenhange mit dem Geäder steht. Flecke bilden sich auf der Mittellinie der Flügelfelder (Fig 45); diese Mittellinie ist immer eine Falte (Concavfalte) und enthielt ursprünglich eine Ader (Adolph). An der Verbindungsstelle gewisser Adern entsteht ein Fleck. An der Ausmündung der Adern in den Aussenrand der Flügel bilden sich oft Flecke. Die Adern selbst werden häufig von dunklen Schuppen begleitet. Eine veränderte Lage der Adern hat bei anderen Arten daher eine andere Stellung der Flecke im Gefolge. Deswegen ist die Stellung der Flecken für eine Art charakteristisch. Eine kurze Mittelzelle ist mit dicht gedrängten Flecken im Grundteile des Flügels verbunden, während bei einer grossen Mittelzelle die Flecken zerstreuter stehen. Namentlich ist es auf die Zeichnung von Einfluss, ob die Mittelzelle, wie das auf den Hinterflügeln vorkommt, geschlossen oder offen ist, d. h. ob die nach

aussen abschliessende Ader fehlt. Schilde verglich (Entom. Nachr., 1885, S. 225—234) die Zeichnung der Unterseite der Hinterflügel von *Melitaea* mit derjenigen von *Argynnis*. In jener Gattung ist die Mittelzelle offen, in dieser geschlossen. Es scheint nur eine Folge der verschiedenen Aderung zu sein, dass bei *Melitaea* die Zeichnung mehr hinausgeschoben ist, während bei *Argynnis*, wo die geschlossene Mittelzelle bei der Ausbildung des Flügels und der ursprünglichen Anlage der Zeichnung in der Puppe sicher hemmend wirkt, die Zeichnung in der Grundhälfte zusammengedrängt ist.

Fickert hat in einer kürzlich erschienenen Abhandlung („Ueber die Zeichnungsverhältnisse der Gattung *Ornithoptera*". Zoolog. Jahrbücher, Abt. für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 4. Bd., 1889, S. 692—770, mit 3 Taf.) darauf hingewiesen, dass wir bei der Untersuchung der Zeichnung der Schmetterlinge in betracht zu ziehen haben, dass die Formveränderung der Flügel auch eine Lageveränderung der einzelnen Zeichnungen und eine Gestaltveränderung der einzelnen Zellen des Flügels eintreten lassen kann, und dass wir uns deshalb in erster Linie darüber klar zu werden haben, dass die einzelnen Streifen und Flecken, welche wir bei den Schmetterlingen treffen, an ganz bestimmte Teile derselben geknüpft sind, welche von einer etwaigen Formveränderung der Flügel mit betroffen werden. „So sind bei den Schmetterlingen die verschiedenen Adern und Zellen der Flügel für die Beurteilung der Zeichnungsverhältnisse von hohem Werte". Der genannte Forscher hat diese Auffassung von dem Zusammenhange des Aderverlaufes und der Form der Flügelfelder (Zellen) mit der Form der Binden- und Fleckenzeichnung mit Erfolg an den schönen Arten der Gattung *Ornithoptera* erprobt.

Bemerkenswert ist noch ein von Frederick Bond im „Entomologist" (Vol. 10, 1877, S. 1, mit Abbild.) beschriebenes Stück von *Saturnia carpini*, welchem die schönen grossen Augenflecke auf der Mitte der Flügel fehlten, sonst aber nichts Absonderliches zeigte; es fehlte ihm nur noch obendrein eine Ader in jedem Vorderflügel.

In einem kürzlich erschienenen Buche „Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen" (Jena, Gustav Fischer, 1889) behandelt Prof. Theodor Eimer die allmähliche Entwicklung der Zeichnung der Flügel der segelfalterähnlichen Formen der Gattung *Papilio*. Dieses Werk hat hauptsächlich den Zweck, die Entstehung der Arten auf Grund der Flügelzeichnung verständlich zu machen.

Nach Prof. Eimer ist bei den Tieren die ursprüngliche Zeichnung eine Längsstreifung, aus welcher die Fleckenzeichnung (gegen obige Darlegung) hervorgeht, die sich weiterhin zur Querstreifung entwickelt. Dieser Naturforscher gelangte zu diesem Schlusse sowohl aus der Untersuchung des Abänderns der Einzeltiere einer und derselben Art an einem und demselben und in verschiedenen Gebieten ihres Vorkommens, im gleichen und in verschiedenen Lebens-

altern, sodann aus der Vergleichung dieses Abänderns der Einzeltiere mit den Eigenschaften stehender Lokalformen und Arten.

Darnach haben unter den schwalbenschwanzartigen Schmetterlingen (Papilionidae) die mit unserem Segelfalter (*Papilio podalirius*) nahe verwandten Arten *Papilio alebion* (Nordchina), *paphus* und *glycerion* (Himalaya), die ursprünglichste Zeichnung, nämlich elf Längsstreifen auf den Flügeln, und zwar am vollkommensten auf den Vorderflügeln. Die Zeichnung auf den Flügeln des *podalirius* ist, wie aus den schönen Abbildungen in dem Atlas des Eimer'schen Werkes zu ersehen, derjenigen der genannten Arten sehr ähnlich, aber weniger vollkommen als bei diesen. Die Zeichnung aller übrigen *Papilio*-Arten ist darauf zurückführbar. Es giebt Arten mit ganz dunklen Flügeln, auf denen von der hellen, z. B. gelben Grundfarbe nur kleine Flecken übrig geblieben sind.

Die wesentlichen Abänderungen der ursprünglichen Zeichnung bei den Papilioniden sind nach Eimer die folgenden: seitliche Verschmelzung einzelner der elf Streifen des Grundplanes, so dass die Zahl der Streifen eine geringere wird; — ein Schwinden einzelner Streifen; — Verschmälerung oder Verkürzung, teilweises Schwinden oder Auflösung in Flecken; — eine seitliche Verbindung einiger oder aller Streifen durch Dunkelfärbung, welche dem Aderverlauf folgt (beginnende Querstreifung und Fleckenzeichnung); — Verbreiterung der Längs- und Querstreifen, so dass die Grundfarbe zurückgedrängt wird; — Zurücktreten aller Streifen, wodurch Einfärbigkeit erzeugt wird.

Bei den Schmetterlingen stehen die Zeichnungen der Flügel mit den übrigen körperlichen Eigenschaften in auffallender Beziehung (Correlation); denn mit den Abänderungen der Zeichnung gehen vielfach Abänderungen z. B. der Form der Flügel, der Behaarung der Brust usw. Hand in Hand (Eimer). Solche Beziehungen zwischen den einzelnen Gattungen, den Arten und den Varietäten sind bisher wenig beachtet worden.

Hinsichtlich der Entwicklung der Zeichnungsverhältnisse der beiden Geschlechter einer Art zeigt es sich, dass die ursprünglichere Zeichnung, wie dies im Tierreich allgemein stattfindet, den Weibchen eigen ist, während die Männchen nur noch auf der Unterseite entsprechend den Weibchen gezeichnet sind, ihre Oberseite aber eine weit vorgeschrittenere Zeichnung aufweist, welche sich nicht direkt aus der Zeichnung der Unterseite ableiten lässt. (Fickert.)

Anmerkung: Ueber die Zeichnung der Raupen finden sich unter Beziehung auf den Schutz derselben und ihre Anpassung an die Lebensweise viele anziehende Angaben bei Weismann (Studien zur Descendenztheorie. II. Ueber die letzten Ursachen der Transmutationen). Ferner bei Hetschko, Jahresber. d. akad.-naturwiss. Vereins zu Graz. 3. Jahrg. 1877, S. 47—50.

* * *

Die so mannigfaltige Zeichnung auf den Flügeln und Flügeldecken, auf dem Brustschilde usw. ist an sich oft so unregelmässig und aller Symmetrie bar, dass wir uns mit Brunner von Wattenwyl um so mehr wundern, als wir in bezug auf die Verteilung der Organe und deren Form eine ängstlich beobachtete Symmetrie antreffen. „Die Natur konstruiert die Form mit architektonischer Exaktitude, erlaubt sich dagegen in der Färbung und Zeichnung eine künstlerische Freiheit, welche an Unschönheit grenzt.“ Folgendes Beispiel möge dies beweisen. „Am Kap der guten Hoffnung findet sich eine Mantis: *Pseudocreobotra ocellata* Sew., welche auf den Oberflügeln auf grünem Grunde einen lichtgelben Ring trägt, der jedoch offen ist, indem die beiden Enden etwas nebeneinander vorbeigehen, wie ein schlecht gezeichneter Kreis. Dieser Ring ist äusserlich von einer dick aufgetragenen schwarzen Linie begrenzt, welche auf der einen Seite innerhalb des Randes des gelben Ringes liegt, auf der anderen Seite dagegen weit davon absteht. Im Innern des gelben Ringes findet sich ein grosser schwarzer Flecken, der jedoch dem einen Rande des Ringes näher steht als dem andern, so dass die ganze schwarze Zeichnung gegenüber der gelben deutlich verschoben ist und das Ganze den Eindruck eines recht nachlässig ausgeführten Farbendruckes macht.“ (Berliner Entomol. Zeitschrift, 1874, S. 157.)

Wandlungen der Zeichnung auf den Flügeldecken mancher Käfer.

Wie bei den Schmetterlingen, so treten auch bei den Käfern die Zeichnungen (Binden, Striche, Flecke) bei vielen Arten in heller Färbung auf dunklem, bei anderen in dunkler Färbung auf hellem Grunde auf. Wenn wir nach dem Ursprunge der Zeichnungen forschen, so frägt es sich, ob jene Färbungserscheinung oder diese die ursprüngliche ist. Wie aus dem vorigen Abschnitte zu entnehmen ist, ergiebt sich aus der Vergleichung der Zeichnungen verschieden gezeichneter Arten, dass auf der hell gefärbten Flügelfläche die Zeichnungen sich aus einzelnen Flecken und Binden entwickeln und über eine grössere Fläche ausbreiten. Da die Wandlungen der Zeichnungen bei solchen Arten gut zu verfolgen sind, welche in ihren Einzelwesen eine bedeutende Neigung zum Abändern in der Färbung und Zeichnung zeigen, derart, dass die beiden Extreme:

heller Grund mit dunkler Zeichnung und
dunkler Grund mit heller Zeichnung

zum Ausdruck kommen, so ist es für die Erkenntnis der Zeichnungsverhältnisse nützlich, auf solche Beispiele hinzuweisen.

Ein kleiner Blattlauskäfer, *Coccinella bipunctata* L., tritt in den beiden erwähnten extremen Zeichnungs- bezw. Färbungsvarietäten auf. Die am einfachsten gefärbte Varietät (Grundform), welche auch am allergemeinsten vorkommt, hat rote Flügeldecken mit je einem schwarzen

Fleckchen auf der Mitte. Bei anderen Stücken verbinden sich mit diesem Fleckchen schwarze Binden, von denen bei einigen Exemplaren eine die Naht entlang sich bis zum Schildchen hinzieht, bei anderen eine zweite Binde von dem Aussenrande, eine dritte von dem Spitzenteile der Flügeldecke herkommt, wo sie vor der roten Spitze einen breiten Ausläufer hinten zum Aussenrande und einen anderen zum Innenrande schickt. Diese Zeichnung findet sich bei einigen Stücken nur teilweise, bei anderen in ihrer Vollendung. Tritt sie durch Ueberhandnahme der schwarzen Binden recht gesättigt auf, so sind die Flügeldecken grossenteils schwarz gefärbt, nur ein grosser Fleck an der Schulterecke, ein anderer unterhalb der Mitte neben der Naht, ein dritter neben dem Aussenrande und ein vierter vor der Spitze sind rot. Hier erscheint also die helle Zeichnung auf dunklem Grunde bereits in einem Gegensatze zu der einfachen Grundform. Bei ganz extremen Stücken ist die schwarze Farbe so ausgedehnt, dass nur der Schulterfleck und ein kleiner Punkt unterhalb der Mitte rot bleiben. Bei einem Exemplar der königlichen Sammlung ist nur der äussere Rand an der Schulterecke rot.

Unter denjenigen Stücken der *Coccinella bipunctata*, bei denen die Zeichnung der Flügeldecken noch mässig auftritt und das Rot noch überwiegt, finden sich solche, deren Flügeldecken neben dem Schildchen einen Flecken zeigen, welcher sonst dieser Art fehlt, jedoch bei anderen Arten der Gattung, z. B. bei *septempunctata*, vorhanden ist. Bei manchen Stücken der *bipunctata* ist der gewöhnliche schwarze Mittelfleck in die Quere gezogen, verbreitert und bald mit der Naht, bald mit dem Aussenrande verbunden (Varietät *unifasciata* F.). Auch diese bei *bipunctata* nur vorübergehend vorkommende Fleckenbildung ist bei anderen Arten der Gattung, z. B. *hyperboraea* Payk., ein beständiges Merkmal. Zuweilen erscheinen sowohl bei *bipunctata* als auch *hyperboraea* statt dieser Querbinde einzelne in querer Richtung stehende Flecke. Auch die bei Varietäten von *bipunctata* vorkommende hintere Binde ist bei *hyperboraea* ein beständiges Merkmal und gleichfalls zuweilen in Flecke aufgelöst, oder vielmehr nur erst als Flecke vorgebildet.

Es ist eine dankenswerte entomologische Beschäftigung, die Beziehungen zwischen den Varietäten einer Art und den verwandten Arten aufzudecken.

Das Beispiel von *Coccinella bipunctata* lehrt, dass die schwarze Färbung aus der überhandnehmenden Flecken- und Bindenzeichnung hervorgegangen, und dass das Rot die Grundfarbe ist.

Buprestis flavomaculata F., ein europäischer Prachtkäfer, besitzt auf den Flügeldecken auf gelbem Grunde dunkelmetallische Binden, welche sich mit der ebenso gefärbten Längsbinde der Naht und der des Aussenrandes verbinden, so dass sie auf jeder Flügeldecke in der Längsrichtung vier gelbe Flecke einschliessen. Diese Flecke werden durch Ueberhandnehmen der dunkelmetallischen Färbung oft so redu-

ziert, dass nur je ein Fleck am Grunde der Flügeldecken übrig bleibt infolgedessen die Art der nahe verwandten, ganz einfärbig dunkelmetallischen *punctata*, welche gleichfalls Europa bewohnt, sehr ähnlich wird.

Da die metallischen Farben der Cuticula, die helle Stofffarbe aber der Hypodermis angehört, so geht auch hieraus hervor, dass ein Hervortreten der einfacheren hypodermalen Stofffarbe den ursprünglichen Stand der Färbungsverhältnisse anzeigt.

Unter den Stücken der grünerzfarbigen *Buprestis langi* Mannerh. Nordamerikas sind einige mit drei grossen bindenartigen Flecken auf den Flügeldecken versehen, deren allmähliches Verschwinden bis zu einfach grünmetallischer Färbung an dem mir vorliegenden Materiale der königlichen Sammlung zu verfolgen ist.

Es ergiebt sich aus diesen Darlegungen, dass die gesättigt metallische Färbung der Flügeldecken, welche die grosse Mehrzahl der Buprestiden auszeichnet, die ursprüngliche einfache Stofffarbe durch Ueberwucherung verdrängt hat. Es giebt indess Arten dieser Familie z. B. in der indischen Region, welche statt der gesättigt metallischen sich nur einfacher Stofffarben erfreuen; bei diesen Arten hat die Körperhaut nicht die Consistenz, wie das bei den kräftig gebauten, durch einen harten Hautpanzer ausgezeichneten übrigen Arten zumeist der Fall ist, welche metallisch gefärbt sind.

Viele Käfer besitzen auf den länglichen Flügeldecken hintereinander stehende Querbinden. Diese sind stets dunkel auf hellem Grunde oder auf diese Anordnung der Färbung zurückzuführen. Denn wenn die dunklen Binden sich mit einem dunklen Aussenrande und einer ebenso gefärbten Naht verbinden, so bleiben nur quere Streifen oder Flecken von der hellen Färbung übrig, so dass hier die helle Färbung flecken- oder bindenartig aus dem dunklen Grunde hervortritt; aber wie man sieht, ist die dunkle Farbe auf ursprüngliche Querbinden zurückzuführen.

In zahlreichen Fällen gehen auf hellem Grunde Querbinden von einem dunklen Naht- oder dunklem Aussenrande der Flügeldecken aus, wo die herausstehenden Zacken die Ansatzstelle der Binden bezeichnen, welche bei verwandten Arten vollständig ausgebildet sind. Ob in solchen Fällen die Binden vielleicht verschwunden sind, können wir nicht entscheiden.

Für manche Käferarten ist eine die Mitte der Flügeldecken der Länge nach durchziehende helle Binde charakteristisch. Diese scheint dadurch entstanden zu sein, dass das dunkle Nahtband und das Band am Aussenrande sich so nähern, dass nur ein heller Längsstreif übrig bleibt.

Oft ist eine dunkle Farbe nur auf dem hinteren Teile der Flügeldecken zur Geltung gekommen, während der vordere Teil ganz einfach gelb, braun oder rot gefärbt ist; oder der hintere Teil der Flügeldecken ist heller als der vordere; wenn er hinten rot gefärbt ist, so

sind die so gekennzeichneten Arten oft mit dem Namen „haemorrhoidalis“ belegt.

Die roten Flügeldecken mancher Käferarten haben die Neigung, eine schwarze Färbung anzunehmen. Das ist der Fall bei dem Weibchen von *Leptura cincta* F. Mittel- und Nord-Europas. Es giebt zwischen beiden Färbungen viele Mittelstufen, wo die roten Flügeldecken längs der Naht und am Aussenrande einen breiten schwarzen Wisch aufweisen. Ein feiner schwarzer Aussenrand ist bei der normalen Form schon meist vorhanden. Bei einigen Exemplaren verbindet sich auf der hinteren Hälfte der breite schwarze Aussenrand mit dem breiten schwarzen Nahtstreifen, so dass von der roten Färbung nur wenig übrig bleibt. Das mit lehmgelben, schwarz geränderten Flügeldeken versehene Männchen dieser Art scheint in der Färbung weniger zu variiren. Einige Arten von *Leptura* haben stets rote, andere stets schwarze Flügeldecken, noch andere eine ziemlich beständige schwarze Zeichnung auf denselben, z. B. *hastata*, bei der der schwarze Rückenfleck nur selten sich verliert. Die europäische *scutellata* F. scheint nur schwarz vorzukommen, während die nahe verwandte *canadensis* F. oft mit ganz roten oder grossenteils schwarzen Flügeldecken, die nur am Grunde rot sind, auftritt. Doch kommen im Felsengebirge und im nordwestlichen Nordamerika auch schwarze Formen vor.

Am Körper vieler Insekten finden sich Binden und Flecken, welche durch den Ansatz von Muskeln gebildet sind. Die dunklen Streifen an den Seiten des Thorax der Libellen werden dadurch gebildet, dass an den betreffenden Stellen der Haut die Bildung der kräftigen Brustmuskeln vor sich geht. Die Zeichnungen auf dem Kopfe derselben Insekten entsprechen dem Ansatze der zu den Mundteilen gehörigen Muskeln, die Zeichnungen, namentlich die Binden der Hinterleibssegmente, den Hinterleibsmuskeln. Aehnliche Zeichnungen, die auf dieselbe Weise, wie bei den vorgenannten Insekten entstehen, finden sich bei den grossen Zikaden (H. Hagen, Color and Pattern).

---

3. Der Körper und seine Teile.

a. Allgemeines über den Körper der Insekten.

Form, Bau und Einrichtung des Körpers der durch ihre Zahl alle übrigen Tierabteilungen übertreffenden Insekten sind ebenso mannigfaltig wie die vielen Beziehungen derselben zu der fast unbegrenzten Vielseitigkeit der Aussenwelt. Deswegen ist die grosse

Mannigfaltigkeit der Insektenformen in erster Linie aus der Rückwirkung der verschiedenen Lebensverhältnisse auf den Körper zu begreifen. Anderseits ist aber jeder Typus (Typus des Schmetterlings, des Käfers usw.) durch die Anlage des ihn charakterisierenden Körperbaues in der unbegrenzten Ausbildung gehemmt. Unter den Käfern kommen, obgleich diese Ordnung über hundert Tausend verschiedener Arten enthält, keine schmetterlingsähnliche Formen vor; denn der Körperbau dieser Insekten scheint ein Anähneln an die Schmetterlingsform nicht zuzulassen. Obgleich eine holzfressende Schmetterlingsraupe *(Sesia, Cossus)* und die Larve eines Bockkäfers in gewisser Hinsicht eine ähnliche Lebensweise führen, die bei Arten einer und derselben Abteilung in der Form und Färbung mit grösserer Leichtigkeit zum Ausdruck kommt, so ist der zu der holzfressenden Raupe gehörige Schmetterling dennoch sehr verschieden von dem entwickelten Bockkäfer. In anderen Fällen ist eine Aehnlichkeit zwischen zwei Arten verschiedener Ordnungen allerdings zu Stande gekommen; es giebt Wanzen, welche Ameisen, Käfer, welche Blumen- oder Raubwespen, Fliegen, welche Bienen ähnlich sehen. Der Grad der Uebereinstimmung ist in dem Verhältnisse des Körperbaues zwischen den verschiedenen Insektenordnungen begründet. Doch ist gegebenen Falles die erreichte Aehnlichkeit doch nur eine rein äusserliche, so dass der Kenner sogleich die wirkliche Zugehörigkeit zu der betreffenden Ordnung erkennt. Das Innere, der Kern, der Charakter bleiben unverändert, typisch, nur die äussere Bekleidung und Form sind bildsam und erscheinen deshalb in tausendfältiger Gestalt, wobei, wenn der gegebene Typus es zulässt, auch die Form eines anderen Typus in vereinzelten Fällen bis zu einem gewissen Grade angenommen wird. Daher kommt es, dass eine *Volucella* (Schmarotzerfliege) einer Hummel *(Bombus)* gleicht. Wir werden in einem späteren Kapitel sehen, dass die Hummelmaske der Fliege Vorteile gewährt, und dass die Aehnlichkeit in diesem und in zahlreichen anderen Fällen einen Zweck hat.

Wenn im allgemeinen die Mannigfaltigkeit der Insekten in der umgebenden Natur und in der Rückwirkung jeder eigenartigen Insektenform auf die äusseren Einflüsse begründet ist, so muss es möglich sein, in jedem einzelnen Falle zu erkennen, warum alle Angehörigen einer bestimmten Spezies stets eine bestimmte Form des Kopfes, der Brustteile, der Flügel, eine bestimmte Länge der Fühler, Taster und Beine, eine bestimmte charakteristische Skulptur auf der Chitinhaut, eine bestimmte Färbung haben, oder warum die Färbung bei einer und derselben Art wechselt.

Der scharfsichtige Naturforscher weiss die Ursache zu ergründen und er bemüht sich, das noch Unbekannte aufzudecken.

Die Bildsamkeit des Insektenkörpers, deren Vorgang selbst wir nicht sehen, ist aus dem Formenreichtum zu erkennen, der sich in jedem Typus zeigt, sei es der Typus einer Ordnung, z. B. die Schmetter-

linge, welche aus einer Anzahl Familien, oder derjenige einer Familie, z. B. die Nymphaliden, welche aus vielen Gattungen, oder derjenige einer Gattung, z. B. *Vanessa*, welche aus mehreren Arten besteht. Die grosse Verschiedenheit in der Form, die sich in der Vervielfältigung des gegebenen Typus (Ordnungs-, Familien-, Gattungs- oder Arttypus) äussert, ist als unbegrenzt anzunehmen, während der Typus selbst das Dauernde und Gebundene darstellt, der sich um so weniger ändert, je weiter wir von den Gattungstypen zu den Typen der Ordnungen hinabsteigen.

Aber auch in der Grössenentwicklung hat der Insektenkörper seine Grenzen. Es giebt kein Insekt, welches im Vergleich mit den Wirbeltieren eine bedeutende Grösse erreicht; dennoch giebt es manche Arten, welche die kleinsten Wirbeltiere in der Körpergrösse übertreffen. Anderseits sinkt kein Insekt zu dem geringen Körpermass der Protozoen herab, aber manche Insekten erreichen nicht die Körpergrösse des grössten Protozoons.

Die Ursache dieser Massverhältnisse suchen wir mit Leuckart in dem eigenartigen Skelettbaue der Insekten und der Arthropoden überhaupt. Denken wir uns, sagt dieser Naturforscher, einen tierischen Körper von so geringer Grösse, dass seine Muskelkraft nicht hinreichen würde, ein inneres Skelett von gehöriger Festigkeit, das sicher solide sein müsste, zu tragen, der also noch kleiner wäre als das kleinste Wirbeltier. Wenn ein solches Tier beweglich sein soll, so muss entweder das Skelett ganz ausfallen, oder das Skelett wird, wenn die Verhältnisse, unter denen es zu leben hat (Aufenthalt auf dem Lande bei gleichzeitiger rascher Bewegung), die Anwesenheit desselben verlangen, nach aussen verlegt werden müssen. Ein solches Skelett wird nicht bloss mit einer geringeren Masse dieselben Leistungen erfüllen, also leichter sein können, sondern auch den zur Bewegung bestimmten Muskeln eine grössere Insertionsfläche darbieten. Die Vorteile der äusseren Skelettbildung lassen sich auf solche Weise mit einer sehr geringen Körpergrösse vereinigen. „Durch eine neue Anwendung desselben mechanischen Princips wird einer ganz neuen Reihe von tierischen Formen die Möglichkeit der Existenz eröffnet“. Auch als Schutzorgan ist ein äusseres Skelett von Wert, sowohl durch seine Härte, als auch wegen der Leichtigkeit, mit welcher sich Dornen, Höcker, Spitzen usw. auf dem Panzer der Insekten zu bilden scheinen. Es giebt Insekten mit fast knochenharter Haut, die keinen Schaden nehmen, wenn sie von einem grossen Lebewesen getreten oder gebissen werden. Doch giebt es eine grosse Menge anderer Insekten, welche ziemlich weichhäutig sind. Uebrigens herrscht auch in der Festigkeit des Hautskeletts eine grosse Mannigfaltigkeit, welche die Charakteristik des Formenreichtums der Insekten vermehrt.

Unberührt aber von der fast unbegrenzt scheinenden Vielfältigkeit der Form-, Grössen- und Färbungsverhältnisse, sind allen entwickelten Insekten gemeinsam: das äussere Hautskelett, die Gliede-

rung desselben, die Anwesenheit von Fühlern, Augen und Mundorganen am vorderen Körperende, drei Beinpaare an der Bauchseite der auf den Kopf folgenden drei Körperringe und Flügel an den beiden letzten dieser Segmente, ein Darmrohr mit den Harngefässen am Ende des Mitteldarmes und Speicheldrüsen, welche in die Mundhöhle ausmünden, ein Nervensystem, ein vielfach gegliedertes System von weitverzweigten Luftröhren, ein Blutzirkulationsapparat und zur Fortpflanzung dienende Organe.

Selten fehlt einem Insekt das eine oder das andere dieser Merkmale. Verhältnismässig wenige Insektenarten ermangeln z. B. der Flügel; noch seltener sind die Beine abwesend.

Den Larven der Insekten kommen niemals Flügel zu, und in zahlreichen Fällen fehlt auch jede Spur von Beinen, obgleich die Anwesenheit dieser in ganzen Abteilungen allerdings Regel ist.

Weil in keinem Falle ein inneres gegliedertes Skelett vorkommt, welches, wie bei den Wirbeltieren, als Stütze der Muskeln und zum Schutze mancher Weichteile zu dienen hätte, so tritt, worauf vorhin hingewiesen wurde, an die Stelle desselben die meist starre und oft panzerartige Haut des Insektenkörpers (die Chitinhaut, der Chitinpanzer). Dieser Hautsack ist ringelförmig (segmentartig) gegliedert und dient den Muskeln und den Weichteilen als Ansatzstelle und Stütze. Eben wegen dieser physiologischen Aehnlichkeit mit dem Skelett der Wirbeltiere wird die starre Haut des Insektenkörpers passend als äusseres Skelett bezeichnet. Vergl. S. 17.

Die Fähigkeit des Wirbeltierkörpers, infolge der kettenförmigen Gliederung der Wirbelsäule sich möglichst allseitig zu bewegen, und die ringförmige Gliederung des Insektenkörpers, welche demselben praktischen Zwecke dient, erscheinen als ein Ausdruck der Notwendigkeit für die Existenz dieser Tiere.

Die Anwesenheit eines inneren gegliederten Skeletts, sagt Leuckart, setzt eine bestimmte Grösse voraus. Es gehört eine gewisse Kraftleistung dazu, das Skelett zu tragen, eine noch grössere, es für locomotorische Zwecke zu verwenden. Die Kraftleistung kann nur durch eine entsprechende, passend angeordnete Muskelmasse erzielt werden, die zu ihrer Integrität an die Entwicklung der nutritiven Organe natürlich ihre bestimmten Anforderungen stellt.

Wo die Möglichkeit der Leistungen eines Wirbeltierkörpers aufhört, beginnen die Insekten und die übrigen Arthropoden, welche im Kleinen die Mannigfaltigkeit der Lebensformen der Wirbeltiere wiederholen, und welche ähnlichen Lebensverhältnissen ausgesetzt sind, in gleich verschiedener und mannigfaltiger Weise. Die Anwesenheit des äusseren Skeletts erlaubt meist eine sehr freie Bewegung und eine geringe Körpergrösse. Auf dass die Insekten im Stande sind, ihre Lebensbedingungen zu erfüllen, die hauptsächlich darin bestehen, dass sie ihrer Nahrung nachgehen und Schutz suchen, etwa im Innern des Holzes oder in krautartigen Pflanzen oder ausserhalb am pflanzen-

bewachsenen Erdboden oder in diesem selbst, so muss es ihnen möglich sein, ihren Körper zu wenden, zu biegen, durch Spalten zu zwängen und Hindernissen auszuweichen, und diese Fähigkeiten beruhen auf der äusseren kettenförmigen Gliederung des Rumpfes.

Aber schon das ungeborene Insekt, der Embryo, hat einen gegliederten Körper, obgleich eine äussere Notwendigkeit dazu nicht vorliegt. Also ist die Ursache der Gliederung eine noch tiefer liegende, als der Vorteil der leichteren Ortsbewegung annehmen lässt. Und, da ausserdem beim entwickelten Insekt die mit der der Körperringel gewöhnlich mehr oder weniger kongruierende Zahl der Nervenknoten auf eine ursprüngliche und nicht auf eine nachträgliche Segmentierung hindeutet, so ist damit dem Gedanken Raum gegeben, die Gliederung des Körpers der Insekten und ebenso der Myriopoden, Arachniden und Crustaceen auf niedriger organisierte Tierformen zurückzuführen, bei denen diese Körperbildung so angelegt wurde, wie sie allen Arthropoden zum Grundplan dient. Und jene niedriger organisierten Tierformen können nur die Würmer sein, unter denen die höher stehenden Gruppen durch einen gegliederten, die tiefer stehenden, wozu die zahlreichen kleinsten Wurmarten gehören, durch einen ungegliederten Körper ausgezeichnet sind. Die Segmentbildung ist also tief in der Natur der hierhergehörigen grossen Tierabteilungen begründet und wird bei den Insekten und den übrigen Arthropoden zu einem architektonischen Gesetze. Die Zahl der Körpersegmente ist indess bei allen Insekten dieselbe oder auf diese zurückzuführen.

Die Ortsbeweglichkeit, eine fast allgemeine Erscheinung unter den Insekten gewährt bei der Nahrungsaufnahme grosse Vorteile. Wie sich zahlreiche Würmer vermittelst seitlicher Borsten oder borstentragender Stummeln vorwärtsbewegen, so vermögen auch die Larven vieler Insekten nur vermittelst kurzer fussartiger Stummeln oder schwielenförmiger Höcker, welche den einzelnen Segmenten aufsitzen, sich fortzubewegen.

Das ist namentlich der Fall bei den holzbewohnenden Larven der Bockkäfer (Fig. 47), deren sehr verkümmerte Brustbeine für die



Fig. 47. Larve des Eichenbockkäfers, *Cerambyx heros* Scop. 1 bis 14, Zahl der Segmente; ct, Kopf; p, die sehr kurzen Beine; tb, zur Fortbewegung dienende Rückenschwielen am 4. bis 11. Segment und Bauchschwielen am 5. bis 11. Segment.

Fortbewegungsfähigkeit wenig zu bedeuten haben. Bei den Raupen der Schmetterlinge sitzen am Rande der stummelartigen Höcker Dörnchen, welche die Bewegung auf ebener Erde, an Wänden oder auf Blättern sehr begünstigen; sie werden Scheinfüsse genannt und finden sich nur an den Segmenten des Hinterleibes, während sich an den drei auf den Kopf folgenden Segmenten drei Paar kurzer Beine befinden, welche die Fortbewegung des langgestreckten Raupenkörpers unmöglich allein ausführen können.

Nichtsdestoweniger sind wohlausgebildete, nur an der vorderen Körperhälfte angebrachte Bewegungsorgane viel tauglicher zur Fortbewegung als kurze Füsse oder Stummeln an den meisten Segmenten, also auch des Hinterleibes, infolgedessen der hintere Körperteil einfach mitgezogen oder getragen wird. Solche wohlausgebildete Bewegungsorgane sind die meist schlanken oder kräftigen Beine, die den Brustsegmenten der entwickelten Insekten angefügt sind. Scheinfüsse oder zur Fortbewegung dienende Schwielen, Borsten, Höcker oder andere Bildungen kommen bei den entwickelten Insekten nicht vor, ausser bei den Borstenschwänzen und Springschwänzen, welche zu den niedrig organisierten unechten Insekten (Apterygogenea) gehören.

Wirkliche, aus dem gedachten Grunde nur am Vorderkörper befindliche Beine bewahren bei allen Insekten eine grosse Uebereinstimmung dadurch, dass sie stets an den gleichen Brustringeln und in der gleichen Zahl von drei Paaren vorhanden sind. Abgesehen wird hier z. B. von nachträglicher Verkümmerung des vordersten Beinpaares bei vielen Tagschmetterlingen.

Die Beine sind paarige und bauchständige Segmentanhänge, welche als solche sich zu dem mechanisch gut ausgebildeten Bewegungs- und Stützapparate je nach dem Typus und der Art in der mannigfaltigsten Weise ausgebildet haben. Als Bewegungsapparat sind sie, wie gesagt, sehr vorteilhaft an der vorderen Hälfte des Körpers angebracht; als Stützapparat befinden sie sich meistens in der Gegend des Schwerpunktes, also mehr nach der Mitte zu. Die langleibigen Kurzflügler (Staphylinidae) sieht man, wenn sie schnell laufen, nicht selten den gestreckten Hinterleib empor- und nach vorn krümmen, infolgedessen der Schwerpunkt mehr nach vorn verlegt und die Bewegung erleichtert wird.

Die unter den Gliedertieren nur bei den Insekten vorkommenden Flugorgane gehören stets dem zweiten und dritten Brustsegment an. Die Flügel sind fast flächenartig ausgebreitete dünnhäutige, am Vorderrande verdickte Organe, mit deren Hilfe, sobald sie ausgebreitet oder aufgespannt sind, eine Bewegung durch die Luft ermöglicht wird.

Die Flügel allein genügen nicht zum Fliegen; denn, da sie durch Muskelkraft bewegt werden, sind Muskeln erforderlich, welche je nach ihrer Menge und Lage auf die Grösse und den Bau des

Brustabschnittes von Einfluss sind. Bei den Heuschrecken, deren Flugapparat nebst Muskulatur wenig ausgebildet ist, dienen die Flügel nur als Fallschirm. Viele Arten dieser Insektengruppe sind ungeflügelt oder kurzflüglig, vermutlich, weil sich die Tiere lieber mit ihren langen Springbeinen, als vermittelst der schwerfälligen Flugorgane fortbewegten.

Die Grösse der Insekten bleibt hinter derjenigen der grössten Arthropoden (manche Crustaceen) zurück, ohne Zweifel, weil die Flugbewegung so grosse Körper nicht mehr von der Stelle schaffen kann. Auch gehören unter den Insekten die grössten Formen (Orthopteren, Coleopteren) zu den schlechtesten Fliegern.

Ein kurzer, gedrungener Körper ist für den Flug geeigneter, als ein wurmförmiger. Nach den Gesetzen der Mechanik nimmt die Leichtigkeit der Bewegung mit der Annäherung des Gewichts an den Unterstützungspunkt zu. Je mehr Körpermasse daher in die Gegend der Flügel verlegt ist, desto passender wird er für den Flug sein. Wegen der Konzentrierung des Körpergewichts sind auch die Beine möglichst nahe bei den Flügeln angebracht.

Wenn aber die Flügel sehr gross sind, so darf der Körper unbeschadet der Leichtigkeit des Fluges gestreckt sein, z. B. bei den Schmetterlingen. Auch kräftige, lange Flügel kommen in Verbindung mit einem gestreckten Körper vor, ohne die Flugkraft anscheinend zu benachteiligen, z. B. bei den Libellen und Sphingiden.

Ist der Schwerpunkt wegen des langen Hinterleibes mehr nach hinten gerückt, und ist der Flugapparat ziemlich schwach, so wird der Hinterleib beim Fliegen nach unten gebogen (Ichneumoniden), wodurch der Schwerpunkt in den Brustabschnitt verlegt wird und dem Gleichgewichte genügt ist. Vergl. Staphyliniden S. 100.

Die Brustsegmente sind häufig viel umfangreicher als die anderen Segmente des Körpers, und es ist klar, dass nicht nur die für den Bewegungsapparat etwa benötigte Muskelmasse in jenen umfangreichen Segmenten Platz finden soll, sondern dass auch zur Herstellung des körperlichen Gleichgewichts dadurch viel gewonnen ist. Die besten Flieger unter den Insekten (Dipteren, Lepidopteren und Hymenopteren, z. B. Ichneumonen) haben einen grossen Thorax, der durch dichte Aneinanderfügung der ihn zusammensetzenden drei Segmente obendrein auch sehr konzentriert ist, während der Thorax der mehr auf das Laufen oder Springen angewiesenen Insekten (Coleopteren, Hemipteren, Orthopteren) nicht besonders gross ist und am allerwenigsten einen gedrungenen Körperabschnitt darstellt, sondern vielmehr gestreckt und teilweise lose gegliedert ist.

Die Nahrungsaufnahme wird bei Tieren von gestrecktem Körperbaue passend mit Organen bewerkstelligt, welche sich am vordersten Körperende befinden. Und nicht vermittelst einer einfachen Mundöffnung können gewöhnlich die Speisen aufgenommen werden; diese müssen vielmehr auch zerkleinert, beziehungsweise muss die Beute

gefasst und zerrissen werden. Zur Besorgung dieser notwendigen Arbeit erschienen gewöhnliche Segmentanhänge passend, welche der Mundöffnung zunächst lagen, die sich also hier zu Mundteilen, an den Brustsegmenten zu Beinen ausbildeten.

Die Mundorgane sind in der einfachsten Form zu 3 oder 4 Paar vorhanden, von denen aber das dritte und vierte verwachsen sind. In manchen Gruppen sind die Mundteile zum Teil verkümmert oder einseitig zu einem Rüssel oder einem Stechorgan umgebildet. Je nach ihrer Bildung eignen sich die Anhangsgebilde des Kopfes zum Fressen, Trinken oder Saugen; sie sind so zu einander gestellt und zusammengedrängt, dass sie ihre Arbeit möglichst erfolgreich ausführen können. Eine natürliche Folge von der Konzentrierung der die Mundteile bildenden Segmentanhänge ist die Verwachsung ihrer Segmente, und durch eine solche Verschmelzung zu einem Ganzen entstand der Kopf, an dem die ihn bildenden Segmente, welche als Ursegmente des Kopfes bezeichnet werden, nicht oder kaum mehr zu unterscheiden sind. Zuweilen schwinden die hintersten Segmente, ohne mit der Kopfkapsel zu verwachsen (Libellen).

An dem vordersten Teile des Kopfes befinden sich naturgemäss die Orientierungsorgane, vor allen die Augen und die zum Riechen dienenden Fühler. Letztere sind aus Segmentalanhängen des ersten Ursegments, welches schon am Embryo den Hauptteil des Insektenkopfes ausmacht, erstere durch Umbildung der Körperhaut in Verbindung mit Nerven entstanden.

Während, wie wir sahen, in den meisten Fällen die Segmente des Brustkastens des entwickelten Insekts infolge ihrer Funktionen oder speziellen Bestimmung von dem einfachen Baue der homologen Segmente eines niederen Gliederfüssers, z. B. eines Skolopenders, oder von demjenigen einer auf einer entsprechenden Entwicklungsstufe stehenden Insektenlarve abweichen, haben die anhanglosen Segmente des Hinterleibes die ursprüngliche Form noch bewahrt; denn die Notwendigkeit zu einer Umformung liegt nicht vor. Auch sind diese Segmente unter sich frei beweglich, ausgenommen bei vielen Käfern, deren vordere Segmente auf der Bauchseite miteinander fest verschmolzen sind. Die freie Beweglichkeit ist von grosser Bedeutung für das fliegende Insekt, denn sie gestattet durch Wenden und Biegen eine Veränderung des Schwerpunktes; auch begünstigt sie die Atembewegung, wobei sich die Bauchsegmente rhythmisch ausdehnen und zusammenziehen. Bei den meisten Insekten, namentlich bei den guten Fliegern, sind die Hinterleibsringe frei. Die letzten Segmente sind aber grösstenteils eingezogen und bei der Bildung des Begattungs- und Legeapparates mit Erfolg in Anspruch genommen. Oft ist ferner das erste Segment des Hinterleibes an der Bauchseite geschwunden, während es auf der Rückenseite sich eng an den Brustabschnitt anschliesst. Beides geschieht zum Vorteil des letzteren und findet sich deswegen gewöhnlich bei guten Läufern und besseren

Fliegern, aber durchweg bei den auf einer höheren Organisationsstufe stehenden Insekten.

Die grosse Mehrzahl der Insekten ist daher durch einen in drei Hauptabschnitte geteilten Körper gekennzeichnet, den Kopf, die Brust, an der aber das vordere Segment häufig einen selbständigen Abschnitt bildet, und den Hinterleib. Von den hauptsächlichen Einschnitten rührt die Bezeichnung der Kerfe her; denn insectum oder eigentlich animal insectum heisst: das eingeschnittene oder mit Einschnitten versehene Tier.

Der Darm (das Speiserohr) welcher vom Munde bis zur Afteröffnung den Körper in seiner ganzen Länge nach Art eines Rohres durchzieht, ist, der Nahrung des Insekts entsprechend, in seinem Baue und seinem Längenverhältnis sehr mannigfaltig. So lang wie der Körper oder wenig länger ist der Darm bei den Vielfressern und deren Larven. Seine Länge übertrifft meist diejenige des Körpers um ein Bedeutendes bei denjenigen Insekten oder den Larven derselben, welche nur Flüssigkeiten oder nur geringe Menge von Pflanzenkost zu sich nehmen. Vielfressende Insekten und deren Larven sind gewöhnlich an die Scholle gebunden, während den guten Fliegern, die nur geringe flüssige Nahrung zu sich nehmen, ein vollgepfropfter Darm beim Fliegen nachteilig sein würde. Die sonstige Beschaffenheit und Einteilung, die Mannigfaltigkeit des Drüsenbesatzes und der harnabsondernden malpighischen Gefässe stehen in Beziehung zu der Verschiedenheit der Nahrung und der Ernährungsweise.

Die Atemwerkzeuge, durch Atemlöcher (Stigmen) nach aussen ausmündende und innerhalb des Körpers vielverzweigte, namentlich den Darm und die Geschlechtsteile umstrickende hohle, fadenförmige Gebilde, sind gewöhnlich stets röhrenförmig; aber bei fliegenden Insekten, welche einen verhältnismässig schweren Körper haben, sind diese Luftröhren zu zahlreichen sackförmigen Luftblasen erweitert, nach deren Füllung mit Luft das Gewicht des Körpers bei gleichem Volumen verringert und der Flug erleichtert wird. Solche Luftröhrenblasen finden wir daher bei schweren Käfern, z. B. den Mistkäfern *(Geotrupes)* und Maikäfern *(Melolontha)*. Oft sind die Stigmen grösstenteils geschlossen, z. B. bei im Wasser lebenden Insektenlarven (Libelluliden), welche durch Vorrichtungen am Enddarm, an den die Luftröhren sich sehr reich und dicht verzweigen, die Atmung bewerkstelligen. Bei anderen im Wasser lebenden Insektenlarven (Dipteren) münden die beiden Hauptstämme des Atmungsapparates zweckdienlich an der Hinterleibsspitze aus, welche behufs der Atmung an die Oberfläche des Wassers gehalten wird.

Die Vermittlung zwischen der Aussenwelt und dem lebenden Organismus geschieht, wie bei anderen Tieren, so auch bei den Insekten durch die Nerven. Ein knotenförmig gegliederter Hauptnervenstrang durchzieht in kettenförmiger Bildung das Innere des Körpers an der Bauchseite vom Kopfe bis in den Hinterleib und ist

am besten ausgebildet am vorderen Ende, also in der Kopfkapsel, und anderseits auch am hinteren Ende in der Richtung auf die Geschlechtsteile gut entwickelt. In der That spiegelt sich in dieser Bevorzugung des Kopfes und der Geschlechtsorgane der lebendige Verkehr mit der Aussenwelt und die Sicherung der Nachkommenschaft wieder. Gut entwickelt sind auch die Centralnervenknoten der Brust, welche die kräftigen Nerven für die wichtigen Bewegungsorgane aussenden, während die Knoten des im Hinterleibe gelegenen Teiles des Bauchstranges klein und schwach erscheinen, weil in den zugehörigen Segmenten die Lebensthätigkeit geringfügiger ist, ausgenommen den hintersten Abschnitt des Hinterleibes, wo der letzte Nervenknoten, wie soeben angedeutet wurde, verhältnismässig gross ist und eine Anzahl Nerven an die zu versorgenden Geschlechtsorgane schickt. Das an dem anderen Pole des Körpers belegene vordere Ende des Nervenstranges weist zuvörderst das grosse Knotenpaar oder das Gehirn auf, von dem zum grossen Teile die Nerven für die Sinnesorgane ausgehen, während die Mundwerkzeuge von dem gleichfalls im Kopfe belegenen, auf den Gehirnknoten folgenden kleinen Schlundknoten mit Nerven versehen werden. Der verschiedenen Grösse des Gehirnknotens, dessen Anhängen und deren Bildung entsprechen die Fähigkeiten, der Grad des Instinkts, des geistigen Vermögens der Insekten.

Ein kleinerer, vom Gehirn her über den Darm sich hinziehender, das Eingeweidenervensystem bildender Nervenstrang steht mit der Aussenwelt nicht in Beziehung.

Die meist vorzüglich entwickelten Augen scheinen bei den Insekten ein ebenso bevorzugtes Sinnesorgan zu sein, wie sonst namentlich bei den Wirbeltieren. Zudem muss bei den rasch beweglichen Insekten die Konstruktion des Auges ein scharfes Sehen in der Nähe und in der Ferne erlauben. Nach den einzelnen Arten und den speziellen Erfordernissen sind die Augen verschieden in der Wölbung der ganzen Augenfläche und der einzelnen Facetten, sowie in der Zahl der letzteren. In der Form und Bildung wechselt das zusammengesetzte Auge zwischen einer kaum merklichen Erhebung über die Körperhaut und der stark vorgequollenen Halbkugel oder fast vollendeten Kugel. Auch sind bei manchen Insekten die Augen verkümmert oder vollständig abwesend. Alles dieses ist erklärlich; denn manche Insekten haben nur in der Nähe, manche nur in der Ferne, andere im Dunkel der Nacht oder der Höhlen, noch andere im hellsten Tageslichte ihre Augen zu gebrauchen.

Hinsichtlich der Körperbeschaffenheit im allgemeinen sind die Insekten in drei Gruppen zu teilen.

Die einen bedienen sich vornehmlich der Beine, die andern der Flügel, die dritte Gruppe umfasst die wenig beweglichen Schmarotzer.

Zu der ersten Gruppe gehören die Käfer, Heuschrecken und Wanzen, von denen sehr viele Arten die gut fliegenden Insekten an Körpergrösse übertreffen. Auch ist ihr Körper plumper und breiter. Viele von ihnen haben nötig, ihre Beute im Laufe zu erjagen; sie vermögen dies um so leichter, weil ihre Beine gut entwickelt sind, und die Haltung des Körpers wegen der z. T. nicht dicht aneinanderschliessenden Thoraxsegmente leicht verändert werden kann. Der Prothorax ist fast immer gross, weil er auf Kosten des Mesothorax nicht rückgebildet ist. Die Kraftleistung spricht sich auch in den kauenden Mundwerkzeugen der beiden ersten Ordnungen aus.

Diese Anordnungen und Einrichtungen fallen in der zweiten Gruppe, also bei den Fluginsekten mit wenigen Ausnahmen fort. Ihre Extremitäten sind schwach. Der Körper ist schmal und gestreckt oder verkürzt, aber immer leicht gebaut. Der Prothorax ist stets klein und mit dem Mesothorax eng verwachsen. Ueberhaupt sind die drei Brustsegmente miteinander zu einem Stücke verschmolzen. Die Mundwerkzeuge sind gewöhnlich saugend und leicht, oder beissend, aber nicht sehr entwickelt. Der leichte Flug und die Saugwerkzeuge passen zu einander; mit Leichtigkeit kann das saugende Insekt, von Blume zu Blume fliegend, seine Nahrung zu sich nehmen. Diese Abhängigkeit des Körperbaues von der Flugfähigkeit findet sich bei den Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren.

Die die Luft durchschneidenden Libellen sind Raubinsekten und die einzigen ihrer Klasse, welche ihre Beute im Fluge erjagen.

Die dritte Gruppe wird von den Schmarotzern gebildet, jenen am Orte verbleibenden Insekten, welchen die Flügel fehlen, deren sie nicht bedürfen. Auch die Beine sind wenig ausgebildet und fehlen in seltenen Fällen, z. B. bei den im Körper der Wespen schmarotzenden Weibchen der Strepsipteren, ganz. Kurzbeinig sind die Läuse (Pediculidae) und Pelzfresser (Mallophaga). Der Körper ist so gebaut, wie es einem wenig beweglichen und stets Nahrung aus seinem Wirte entnehmenden Schmarotzer zukommt. Ihre Körpergrösse ist stets sehr gering; denn ein grosser Körper würde die Existenz des Parasiten auf seinem Wirte zur Unmöglichkeit machen. Die Parasiten können saugende oder beissende Mundteile haben, je nachdem sie von dem Wirtstier Körpersäfte oder feste Stoffe entnehmen.

Wie sich schon aus dem Vorhergehenden ergiebt, ist die Ausbildung der Körperteile in den verschiedenen Richtungen der Existenzbedingungen und je nach dem Charakter der systematischen Gruppe eine mannigfaltige. Die Körperbildung der meisten Insekten weicht ziemlich bedeutend von derjenigen der die untersten Stufen einnehmenden Arthropoden ab, während andere in diesem oder jenem Merkmale noch an letztere erinnern. So z. B. liegt das Segment der

Unterlippe in der Ordnung der Libelluliden (Odonaten) nicht nur beim reifen Embryo, sondern auch noch bei der jungen Larve ziemlich frei dem Kopfe an und erscheint als ein selbständiger, zwischen dem Kopfe und dem Prothorax liegender Ring. In dieser Beziehung stehen die Libelluliden allen anderen Insektengruppen als ein weniger entwickelter Typus gegenüber, der als solcher ausserdem noch durch den freien, der Stigmen entbehrenden Prothorax, durch zehn ganz freie Hinterleibssegmente, ferner durch die Spuren der ursprünglichen, an die Diplopoden erinnernden Duplizität dieser Segmente, durch die in keiner anderen Insektengruppe wiederkehrende Lage des männlichen Begattungsapparates am zweiten Hinterleibssegmente und schliesslich durch das reiche Flügelgeäder mit den alternierenden Konvex- und Konkavadern als eine auf tiefer Organisationsstufe stehende Insektengruppe gekennzeichnet ist.

Die merkwürdige Innenlippe, welche gewöhnlich „Hypopharynx" genannt wird, erinnert nur in den niedrigst stehenden Gattungen an ihren Ursprung aus einem Gliedmassenpaar und ist bei den meisten Insekten nur als einfaches, zwischen der Unterlippe und dem Schlunde gelegenes Polster oder als Stechborste (Dipteren) zu unterscheiden.

Die Gleichförmigkeit und lose Gliederung der Thoraxsegmente herrscht bei den tiefer stehenden Gruppen vor und weicht einer Konzentrierung dieser Segmente zu einem kompakten Körperabschnitt in denjenigen Gruppen, wo der Insektentypus zum vollendeten Ausdruck kommt.

Die Duplizität der beiden hinteren Thoraxsegmente der *Lampyris*-larven, scheinbar auch das Vorhandensein von Zwischensegmenten bei den Larven gewisser Dipteren und Elateriden, erinnern an die Segmentbildung der Chilopoden und *Scolopendrella*.

Der vordere Abschnitt der Doppelsegmente wird bei den entwickelten Tieren der übrigen Insektengruppen ganz unterdrückt, findet sich aber bei den Orthopteren und den Larven der Coleopteren, unter welchen, wie eben gesagt ist, die Larven von *Lampyris* die ursprüngliche Segmentbildung von *Scolopendrella* zum Teil bewahrt haben, was auf die Ableitung der Coleopteren einiges Licht zu werfen vermag. Die Doppelsegmente mancher Diplopoden kommen hier gleichfalls in Betracht.

Die Mundteile, welche eine ausserordentlich grosse Zahl von Abänderungsstufen darbieten, zeigen in der einfachsten Bildung, wo sie z. T. an Gliedmassen erinnern, noch manche Anklänge an wirkliche Gliedmassen; denn die der Laden entbehrenden Maxillen der Larven mancher Dytisciden und Hydrophiliden gleichen den Beinen des ersten Thoraxsegments mancher Myriopoden, z. B. *Polydesmus*-Arten und, abgesehen von den fehlenden Krallen auch den Larvenbeinen der Insekten.

Weiter hinauf werden die Maxillen oft ganz komplizierte Gebilde, und wer den Rüssel der Schmetterlinge betrachtet, wird nicht

sogleich an die Beinform erinnert, welche, wie soeben angeführt wurde, das homologe Gebilde in weniger entwickelten Insektengruppen bewahrt hat.

Die aus einem Kiefernpaar zusammengewachsene Unterlippe ist noch deutlich geteilt bei den Orthopteren und manchen Coleopteren. Unter den Staphyliniden giebt es Gattungen, bei denen die mittlere Längsteilung sogar noch das Mentum trifft, was wir bei keinem Orthopteron finden.

Diese Bildung erinnert auch an die Myriopoden; viel mehr aber noch die merkwürdige Gliederung der Fühler zahlreicher Coleopterenlarven. Am Ende des vorletzten Gliedes der 3- oder 4gliedrigen Fühler entspringt nämlich ausser dem letzten Gliede noch ein kleines Afterglied. Wie unter den Insekten die Larven vieler Coleopteren, so sind es unter den Myriopoden nur die Pauropiden, welche durch diese Fühlerbildung vor allen übrigen Arthropoden, ausser den Krustaceen, sich hervorthun. Bei den Pauropiden (sehr kleine, ein halbes bis ein und ein halbes Millimeter lange, am Boden in feuchten Wäldern lebende Tierchen) stehen auf dem vierten Fühlergliede zwei nebeneinander entspringende Glieder, von denen das eine, abweichend von der Bildung bei den Coleopterenlarven, zwei Geisseln trägt. Bei *Nicoletia*, einer Gattung der unechten Insekten, fand Grassi ein an dem Grunde der Fühler entspringendes Nebenglied.

Dass die einfachen Fühler der übrigen Myriopoden in der Anlage grosse Aehnlichkeit mit den Insektenfühlern haben, ist ja nur der Ausdruck der nahen Zusammengehörigkeit bezw. der nahen Verwandtschaft beider Arthropodenklassen. Dass es aber wieder die Coleopteren und ausserdem die Apterygogeneen, Corrodentien und Forficuliden sind, unter denen sich die Form der Myriopodenfühler wiederfindet, spricht aber wieder für die näheren Beziehungen dieser Insekten zu den Myriopoden, von denen manche in der ähnlichen Bildung der Seitenaugen gleichfalls Vorläufer der Insektenlarven repräsentieren.

Die Form der Fühler und namentlich die Abweichung von dem einfachen Baue eines vielgliedrigen Fadens bietet die Hauptkennzeichen ganzer Insektengruppen.

Nicht minder spiegelt sich die stufenweise Entwicklung in der Durchbildung der beiden Flügelpaare aus, die doch das Insekt erst zu einem typischen Insekte machen. Naturgemäss hat sich die Flugfertigkeit nur langsam entwickelt. Ganze Ordnungen weisen nur schlechte Flieger auf. In vielen Gruppen und ganzen Ordnungen dienen die verdickten Vorderflügel hauptsächlich nur zum Bedecken der Hinterflügel und des Hinterleibes, und die Hinterflügel sind häufig ganz geschwunden. Ein Fortschritt in der Ausbildung der Flugorgane spricht sich aus in der Verbindung der Vorder- und Hinterflügel zu je einer Flügelfläche. Bei den tieferstehenden Insekten sind die beiden Flügelpaare getrennt, auch bei den Libellen, welche zum Teil doch

vorzügliche Flieger sind. Die Vereinfachung des die Flügel spannenden Geäders charakterisiert die höchst entwickelten Abteilungen.

Der Hinterleib ist trotz seines einfachen äusseren Baues in den verschiedenen Ordnungen recht verschiedenartig und namentlich Schwankungen in der Zahl der freien Segmente unterworfen, die bei den Libelluliden, Orthopteren, Neuropteren und den Larven der Coleopteren, Lepidopteren usw. grösstenteils noch in der ursprünglichen Anlage verharren.

---

b. Das Körpermass der Insekten.

Nachdem wir schon oben (S. 97) uns vorgestellt haben, dass das Körpermass der Insekten sich in einigermassen bestimmten Grenzen nach oben und nach unten hin zu halten gezwungen sei, und dass ein übermässig grosses Insekt einen so festen, die inneren Weichteile schützenden Panzer haben müsse, dass dessen Schwere die Bewegungs- und Existenzfähigkeit des Insekts gefährde, während anderseits eine mikroskopische Kleinheit bis zu der der kleinsten Protozoen den für die Insekten charakteristischen inneren und äusseren Körperbau nicht mehr gestatte, der Art, dass ein zu einer so geringen Grösse durch weitere Reduktion des Körpermasses gelangendes Insekt einfach aufhören müsste, ein Insekt zu sein, wollen wir in diesem Kapitel namentlich die extremen Grössenverhältnisse der Insekten uns in einigen Zügen vergegenwärtigen.

Die in jeder Richtung grössten Dimensionen im Körpermass finden sich nur bei den Coleopteren, unter denen die grossen, massigen Nashorn- und Elefantenkäfer (*Dynastes, Megasoma, Augosoma, Chalcosoma* u. a.) der tropischen Länder aller Erdteile und die Riesenkäfer (*Goliathus*) des tropischen Afrika vor allen Andern hervorragen. Es sind schwerfällige und wenig bewegliche Tiere, denen in der Breite, Dicke, Festigkeit und Schwere des Körpers kein anderes Insekt gleichkommt. In derselben Familie, Lamellicornia, welcher die genannten Käfer angehören, giebt es von jener Grösse an alle Abstufungen bis zu sehr geringen Massverhältnissen. Auffallend sind namentlich die riesigen Mistkäfer der Gattung *Heliocopris,* welche nur in Afrika und in der indischen Region vorkommen, und gegen welche der bei uns sich findende sehr nahe verwandte *Copris lunaris* ein Zwerg ist. In der Länge des Körpers stehen die obigen Käfer freilich hinter den gleich zu besprechenden Stabschrecken sehr zurück. *Megasoma actaeon* L. aus Guyana ist 100 mm, *Megasoma elephas* F. aus Venezuela 115 bis 125 mm, *Dynastes hercules* L. Venezuelas einschliesslich des Hornes 150 bis 155 mm, *Goliathus druryi* aus Guinea 100 bis 105 mm lang. Diese Käfer haben einen sehr harten Panzer und sind dadurch wahr-

scheinlich gegen alle Angriffe von Seiten der Raubtiere geschützt, denen sie nicht entrinnen können.

Eine ausserordentliche Ausdehnung in der Länge des Körpers findet sich nur bei den Geradflüglern (Orthoptera) und in dieser Ordnung hauptsächlich in der Abteilung der Phasmiden oder Stabschrecken. Diese sind stabförmig, nämlich bei ihrer Länge so dünn, dass sie in der Körpermasse weit hinter den viel kürzeren oben genannten Riesenkäfern zurückbleiben und in der Form am besten mit einem langen, dünnen Bleistift verglichen werden können. Ihre langen Beine sitzen dem Körper wie abstehende Zweige an. Diese Insekten gehören fast nur dem warmen Amerika, Afrika, Indien mit den Inseln und Australien an. Es ist war, dass derartige grosse Formen viel zu dem Charakter der warmen Erdgegenden beitragen, obgleich die grosse Mehrzahl der Insekten in der Grösse von denjenigen der gemässigten Region nicht verschieden sind. Zu den längsten Phasmiden gehört das abenteuerlich gestaltete *Phibalosoma acanthopus* Westw. von der Insel Singapur (Ostindien), welches vom Vorderkopf bis zur Spitze des Hinterleibes 262 mm, also über $^1/_4$ Meter lang ist. Burmeister giebt für diese Art 9 Zoll und 8 Linien an. Das *Titanophasma* Brongniarts der Steinkohlenperiode war $^1/_4$ Meter lang. *Diapheromera aurita* Burm. Brasiliens misst 255, *Acrophylla titan* Gray Australiens 223 mm. Nur wenig kürzer sind noch viele andere Arten derselben Familie. Einige grosse von Gerstäcker angeführte Arten sind *Bacteria calamus* F. aus Surinam, $4^3/_4$ Zoll (Männchen) bis 7 Zoll (Weibchen) lang; *Cladoxerus phyllinus* Gray aus Brasilien, 5 Zoll (Männchen) und 7 Zoll (Weibchen) lang; *Cyphocrania empusa* Licht. von Amboina, einer indischen Insel, 7 Zoll lang.

Die auch in Südeuropa vorkommenden Phasmiden *Bacillus rossii* F. (Italien), *gallicus* Charp. (Südfrankreich) und *hispanicus* Bol. (Spanien) bringen es nur auf 40 bis 60 mm.

Die bizarr geformten, gewöhnlich dürren Zweigen ähnlich sehenden, in Mitteleuropa nicht vorkommenden Stabschrecken sind nach den Schilderungen der Reisenden träge, sehr langsam sich fortbewegende Tiere, welche durch ihr Aussehen vollkommen gegen etwaige Feinde geschützt sind.

Auch die eigentlichen Heuschrecken weisen sehr grosse und dabei farbenprächtige Arten namentlich in Südamerika auf. Bei *Steirodon citrifolia* Thnbg. aus Surinam beträgt die Flügelspannweite 194 mm, bei *Acridium latreillei* Perty aus Venezuela 230 bis 240 mm. Der Körper der letzteren Art ist 103 bis 116 mm lang.

Die Grösse der Flügel und die Spannweite derselben sind es, welche bei den Massverhältnissen unter den Schmetterlingen allein in Betracht kommen, da der Körper der grössten Schmetterlinge das ungefähre Durchschnittsmass der Insekten kaum übertrifft. Der grösste Schmetterling ist eine zu den Noktuiden gehörige Nachtfalterart Brasiliens, mit Namen *Erebus* (*Thysania*) *agrippina* Cram. (*strix* F.),

deren Flügelspannweite bei den grössten Stücken der königlichen Sammlung 280, bei den kleinsten 210 mm beträgt. Prof. Gerstaecker giebt im Handbuch der Zoologie bis 10 Zoll Spannweite an. Die Länge des Körpers beträgt 48 bis 63 mm.

Andere riesige Nachtfalter gehören zur Abteilung der Spinner oder Bombyciden. Es sind die seidenspinnerartigen *Saturnia-*, *Actias-* und *Attacus*-Arten Amerikas und Asiens. Schon das südeuropäische, bis Wien verbreitete grosse Nachtpfauenauge (*Saturnia pyri*) hat die Spannweite von 120 bis 140 mm. Der indochinesische *Attacus atlas* L. erreicht indes bis 240 mm, *Attacus caesar* Maassen, der auf den Philippinen lebt, sogar 255 mm.

Die stattlichsten Tagschmetterlinge sind die grossen *Papilio*-Arten und deren nächste Verwandte, welche unter den Namen *Ornithoptera* und *Druryia* als besondere Gattungen aufgefasst werden. Unter den prächtigen *Ornithoptera*-Arten des indo-malayischen Inselreichs ist *priamus* die grösste Art, die nach Schatz auf Grund sehr grosser in der Sammlung Staudingers befindlicher Stücke im männlichen Geschlecht 194, im weiblichen 216 mm Spannweite erreicht. Noch grösser ist die tropisch-westafrikanische *Druryia* (*Papilio*) *antimachus* Drury, welche bis 226 mm Spannweite erlangt; ein in der königlichen Sammlung befindliches Exemplar misst 210 mm bei einer Körperlänge von 55 mm.

Unter den tropisch-amerikanischen und asiatischen Morphiden, riesigen, grossflügligen, mattbraunen oder blau und weiss gefärbten, herrlich atlasglänzenden Tagschmetterlingen, erreicht *Morpho hecuba* nach der Angabe von Schatz 160, *Dynastor napoleon* 142 mm Spannweite.

Indem wir in das entgegengesetzte Extrem fallen und die kleinsten Insekten uns vergegenwärtigen, halten wir zunächst bei den Schmetterlingen an. Die kleinsten Arten dieser Ordnung finden sich in der Familie der Nepticuliden, unter denen einige Arten nur 3 bis $3^1/_2$ mm Spannweite haben, z. B. *Nepticula microtheriella, nylandriella, aceris, occultella, filipendulae* u. a. Die Länge des Körpers dieser winzigen Schmetterlinge beträgt nur 1 oder $1^1/_3$ mm.

Noch kleinere Wesen finden sich unter den Käfern, welche, wie wir oben sahen, anderseits die massivesten Körper unter allen Insekten aufweisen. Es sind die minutiösen, bei uns u. a. in Wäldern unter abgefallenem Laube lebenden Trichopterygiden und Corylophiden: *Ptenidium pusillum* Er. ist 0,5 bis 0,7, *Ptilium coarctatum* Haliday, *kunzei* Heer, *foveolatum* Allib. und *Nephanes titan* Newm. 0,35, *Orthoperus atomarius* Heer 0,5 mm, *Sphaerius acaroides* Waltl 0,4 mm lang.

Die allerkleinsten Insekten enthält aber die Ordnung der immenartigen Insekten oder Hymenopteren. Sie gehören zur Familie der Pteromaliden, auch Chalcidier genannt, deren zahlreiche Arten in den Larven oder Puppen kleinerer Insekten aller Ordnungen schmarotzen. Von Vielen wissen wir auch, dass sie die Eier von Insekten anstechen

und in denselben ihre mikroskopisch kleinen Eier unterbringen. Während manche Pteromalidenarten 4 oder 5 mm lang sind, giebt es andere, deren Körperlänge nur 0,25 bis 0,5 mm beträgt.

Obgleich die meisten Arten an demselben Orte und auch über ein weit ausgedehntes Gebiet hin in der Körpergrösse nur individuellen, und zwar geringfügigen Schwankungen unterworfen zu sein scheinen, so sind den Insektenkennern doch manche Arten bekannt, welche an demselben Orte in sehr verschiedener Grösse vorkommen, z. B. der gemeine Hirschkäfer, *Lucanus cervus* L., der Nashornkäfer, *Oryctes nasicornis*. Die grössten Stücke stellen die Normalform dar, während die kleinen, gleichsam in der Entwicklung zurückgebliebenen, als Hungerexemplare aufzufassen sind.

Gewisse andere Insektenarten variieren in der Körpergrösse nach dem Lande, welches sie bewohnen. Hagen fand bei der Vergleichung einer bedeutenden Menge von Libellen aus den verschiedensten Teilen Europas, dass mehrere im Norden gewöhnliche Arten in südlichen Ländern eine so geringe Grösse erreichen, dass nur die genaueste Uebereinstimmung aller übrigen Merkmale ihre Identität mit den riesigen Nordländern herstellte. Namentlich fanden sich solche Zwergexemplare bei *Libellula depressa* aus Dalmatien, *L. conspurcata* aus Sicilien und Kleinasien, *Cordulia metallica* aus Oesterreich, *Gomphus forcipatus* aus Kleinasien, *Lestes virens*, sowie *L. barbara* und *Sympycna fusca* aus Sicilien. Am auffälligsten war die Kleinheit der drei zuletzt genannten Arten von *Lestes* und *Sympycna*, während in Italien *Sympycna fusca* auch die im Norden gewöhnliche Grösse erreicht.

Wir glauben mit Hagen, dass sich diese Thatsache wohl dadurch erklärt, dass die frühzeitigere Erwärmung des Wassers in südlichen Gegenden ein früheres Ausschlüpfen der Insekten bedingt, während in nördlichen Gegenden die Larven durch längere Ernährung und späteres Ausschlüpfen eine bedeutendere Grösse zu erreichen vermögen. Es kommt vor, dass bei früher als gewöhnlich eintretendem warmem Wetter die zuerst erscheinenden Libellen von geringerer Grösse sind. (Stettiner Entom. Zeitung. 7. Jahrg. 1846, S. 63.)

Diejenigen Libelluliden Japans, welche mit europäischen Arten identisch sind, übertreffen diese gewöhnlich in der Grösse um ein Bedeutendes. Unter den in der königlichen zoologischen Sammlung befindlichen japanischen Libelluliden fallen namentlich *Libella albistyla* und *Calopteryx virgo* durch ihre Grösse auf. Nach Messungen von E. de Selys-Longchamps wird der Hinterleib der ersteren Art in Japan gegen 40, ein Hinterflügel gegen 42 *mm*, in Europa hingegen der Hinlerleib nur 33 und ein Hinterflügel 37 *mm* lang. Auch *Lestes sponsa* Hansem. und *Anax parthenope* Selys sind in Japan grösser als in Europa, namentlich aber noch *Diplax pedemontana*, deren Hinterleib in Japan gegen 30 im männlichen und 26 *mm* im weiblichen Geschlecht lang wird, während ein Hinterflügel im männlichen Geschlecht die Länge von 38 und im weiblichen von 31 *mm* erreicht. Die gröss-

ten europäischen Stücke, welche de Selys-Longchamps sah, blieben in der Gösse dieser Körperteile noch hinter den japanischen zurück; denn der Hinterleib war im männlichen Geschlecht nur 26, im weiblichen 21, ein Hinterflügel in jenem 26, in diesem 22 *mm* lang. Dagegen sind die japanischen *Libellula quadrimaculata* L., *Leucorrhinia rubicunda* L. und *Sympycna fusca* Vanderl. den europäischen in der Grösse gleich.

Auch unter den Schmetterlingen Japans, die zum Teil europäischen Arten gleichen, giebt es solche, welche die europäische Form an Grösse übertreffen. Die königliche Sammlung enthält einige Stücke des gemeinen Schwalbenschwanzes, *Papilio machaon* L., aus Japan, welche viel grösser sind, als die europäischen: jene haben eine Spannweite von 100 bis 102 *mm*; diese erreichen nur 84 *mm*. Dasselbe gilt von dem chinesisch-japanischen *Papilio xuthus* L.; die japanischen Stücke messen 117, die chinesischen 96 *mm*. Der englische Entomologe Leech belehrt uns aber auf Grund seiner in Japan gemachten Beobachtungen (Proceed. Zool. Soc. London, 1887. S. 403), dass von *Papilio machaon* die Exemplare der ersten Generation des Jahres, welche im März und April erscheint, in der Grösse von den europäischen nicht verschieden sind; aber die folgenden, im Laufe des Sommers auftretenden Generationen zeichnen sich durch Grösse und Farbenintensität vor der ersteren aus.

Während noch andere, mit europäischen identische japanische Lepidopteren dieselben Grössenunterschiede zu gunsten der japanischen Formen zeigen, z. B. *Melitaea phoebe* Schiff., *Argynnis ino* Esp., *Argynnis laodice* Pall., *Argynnis paphia* L. und *Coenonympha oedipus* F., giebt es noch manche andere europäische Arten, die sich in Japan in derselben Grösse wiederfinden, z. B. *Aporia crataegi* L., *Pieris daplidice* L., *Vanessa levana* L., *Vanessa cardui* L., *Vanessa io* L., *Vanessa antiopa* L.

Dass das Klima Japans, bezw. die Temperatur bei der Grössenentwicklung von Einfluss sind, scheint aus der Beschaffenheit der eben angeführten Generationsformen von *Papilio machaon* hervorzugehen.

Es ist bemerkenswert, dass die grössten Wasserkäfer in der gemässigten Zone vorkommen, während doch die grössten Landkäfer auf die heisse Zone beschränkt sind. Der grösste Wasserkäfer ist *Hydrophilus piceus* Europas von 47 bis 50 *mm* Länge; alle übrigen Arten der Gattung, namentlich diejenigen Brasiliens und Indiens, sind z. T. viel kleiner als unsere Art. Unter den Dytisciden, einer anderen Familie von Wasserkäfern, giebt es den grossen *Cybister giganteus* Lap. auf den Antillen, welcher 40 bis 44 *mm* lang wird, den *Cybister buqueti* Aubé Senegambiens von 44 *mm*, den *C. japonicus* Sharp Japans von 36 bis 38 *mm* und den gleichfalls in Japan, sowie in China und Ostindien lebenden *C. limbatus* F. von 36 bis 40 *mm* Länge, aber der *Dytiscus latissimus* Europas wird auch 40 und 41 *mm* lang, und Japan mit jenen grossen *Cybister*-Arten gehört in den Bereich der gemässigten Zone.

Die grössten Wasserinsekten finden sich indes unter den Wasserwanzen, und zwar sind es die meist in den wärmeren Erdstrichen lebenden, kräftig gebauten Arten der Gattung *Belostoma*, von denen die grösste, *B. grande* Burm. von 90 bis 115 mm Länge Brasilien bewohnt. Doch sind auch diese grössten Wasserinsekten nicht auf die heisse Zone beschränkt; denn eine Art der Gattung, *Belostoma europaeum* Bärensp., welche 76 mm erreicht, findet sich noch auf der Balkanhalbinsel, von Griechenland bis Dalmatien.

Was die Grösse der Raubinsekten anbetrifft, so lehrt die Umschau, dass diese nur unter den mittelgrossen und kleineren Formen zu suchen sind. Unter den Orthopteren bleiben die räuberischen Mantiden stets hinter den pflanzenfressenden Phasmiden zurück; die vorwiegend von animalischer Kost lebenden Locustiden erreichen nicht die Grösse der ausschliesslich der Pflanzennahrung huldigenden Acridiiden. Dieselbe Erscheinung begegnet uns in der Ordnung der Coleopteren: die raubtierartigen Cicindeliden und Carabiden kommen höchstens in etwas mehr als mittelgrossen Formen vor. Die grössten Carabiden leben, abgesehen von vereinzelten indoaustralischen Gattungen, in der gemässigten Region; denn den *Procerus*-Arten Südosteuropas und Westasiens treten kaum grössere Formen aus den Tropen zur Seite.

Unter den Pflanzenfressern sind jene grösser, die im Larvenzustande einige Jahre lang im Holze sich heranbilden, als diejenigen, deren Larven in Kräutern oder auf Pflanzen leben. Daher finden wir unter den Bockkäfern so stattliche Tiere, wie *Macrotoma, Enoplocerus, Acrocinus, Batocera, Macrodontia. Macrodontia cervicornis* wird, mit Einschluss der langen Oberkiefer, bis zu 150 mm lang.

Die Moderkäfer, deren feiste Larven sich von den anscheinend sehr nahrhaften Bestandteilen des Baummulms, des Mistes, der Dungerde ernähren, übertreffen an Grösse allerdings alle übrigen Käfer. Vergl. S. 108, Lamellicornia. Die Tropen haben in dieser Beziehung naturgemäss einen bedeutenden Vorzug vor der gemässigten Region. Die pflanzen-, mulm- und dungfressenden Insekten der Tropen sind in der Körpergrösse denen der gemässigten Regionen um vieles voraus, während, wie wir sahen, die Fleischfresser der letzteren Regionen denen der ersteren in dieser Beziehung nichts oder nur wenig nachgeben, ähnlich wie bei den Säugetieren.

---

c. Die Segmentierung des Insektenkörpers.

Die verborgenen Elemente eines zusammengesetzten Körpers sind erst dann zu erkennen und zu verstehen, wenn weniger komplizierte Körper die elementare Bildung greifbar vor die Augen führen.

Konzentration findet erst statt, wenn räumliche Verteilung vorherging. Die räumlich verteilten Stoffe des Weltalls verdichteten sich und verdichten sich noch jetzt zu Weltkörpern, deren Form und Bildung erst durch diese Erkenntnis verständlicher geworden ist; die zerstreuten Völker vereinigten und vereinigen sich zu einheitlichen Verbänden mit gemeinsamen, aus der Vermischung vieler entstandenen Anschauungen und Gebräuchen, die erst mit der Erforschung der elementaren Verhältnisse der früheren Einzelvölker begreiflich werden; die im Laufe der Zeitalter in die Erscheinung getretenen Pflanzen und Tiere der Erde bilden jetzt ein für das gegenwärtige Zeitalter charakteristisches Ganzes, dessen Bestandteile der Naturforscher hinsichtlich ihres ersten Auftretens auf die verschiedenen Zeitalter zurückführt.

Durch einen derartigen Rückblick auf elementare Einrichtungen lernen wir auch den Körperbau der höchst organisierten Tierformen verstehen. Die Segmente des Insektenkörpers stimmen in ihrer gegenwärtigen Zahl (S. 13) nicht mit der ursprünglichen Bildung überein. Der Insektenkörper bestand anfangs aus einer grösseren Zahl von Ringen. Schon der bei oberflächlicher Ansicht einem einzelnen Segmente gleichende Kopf ist aus 5 miteinander verschmolzenen Ursegmenten zusammengesetzt (S. 102). Aber auch der aus 3 Segmenten bestehende Brustabschnitt ist aus der paarweisen Vereinigung von 6 Ursegmenten hervorgegangen. Aehnlich die Segmente des Hinterleibes. Bei den Myriopoden finden wir im allgemeinen diejenigen elementaren Verhältnisse im Körperbaue offen vorliegen, die wir bei den Insekten erst durch Deduktionen suchen müssen. Die Myriopoden sind diejenigen Gliederfüsser, welche die ursprüngliche Bildung der Rumpfsegmente deutlich zur Anschauung bringen. Sie stehen also auf einer tiefen Stufe der Organisation des Arthropodentypus. *Scolopendrella* ist es, welche in ihrer vermittelnden Eigenschaft als Zwischenform zwischen Myriopoden und Insekten das Verständnis für die Ursegmentierung des Körpers der letzteren Gliederfüsser eröffnet.

Die Segmente der *Scolopendrella* (Fig. 48) sind meist paarweise von einem gemeinschaftlichen Rückenschilde (s) überdeckt. Es sind dies der 1., 2., 5., 8., 11., 12. und 13. Rückenschild; das 3., 4., 6., 7., 9., 10. und 14. gehören nur zu je einem Segmente. In jenem Falle haben die betreffenden Paare von Ursegmenten je einen gemeinsamen Rückenschild, in letzterem Falle besitzt jedes Ursegment einen selbständigen. Die augenscheinliche Verwachsung der beiden ersten, von dem 1. Rückenschilde bedeckten Ursegmente ist soweit vorgeschritten, dass nur unterseits eine Trennungslinie zu sehen ist.

Je zwei Ursegmente des Skolopendrellenkörpers bilden also, sei es, dass nur ein gemeinsamer Rückenschild vorhanden ist, oder sei es, dass jedes einen selbständigen Schild besitzt, ein Ursegmentenpaar, dessen vorderes, beinloses Ursegment (Fig. 48 w) im morpholo-

gischen Sinne als Complementärsegment, und dessen hinteres, beintragendes als Hauptsegment bezeichnet werden möge.

Bei den meisten Chilopoden oder Skolopendern (Fig. 49 und 50) ist sowohl das Complementär-, als auch das Hauptsegment (um auch hier der Homologie wegen diese Bezeichnungen zu gebrauchen) mit je einem Beinpaar ausgerüstet, und jedes dieser Ursegmente trägt auch einen selbständigen Rückenschild. Aber das Complementärsegment ist mit einem Stigmenpaar versehen, welches dem Hauptsegmente fehlt. Bei den Geophiliden, einer Familie der Chilopoden, ist an den aus der Verschmelzung von zwei Ursegmenten entstandenen Körperringen, welche je ein Beinpaar und ein Stigmenpaar tragen und einem Ursegmentenpaare der Skolopendrellen und Skolopendriden (Fig. 48, 49) homolog sind, ein Beinpaar in Wegfall gekommen. Die Verwachsung der Segmente der Geophiliden aus je zwei Ursegmenten zeigt sich nach Sseliwanoff (Zool. Anz. 1880, S. 167) am deutlichsten bei den am wenigsten entwickelten Formen.

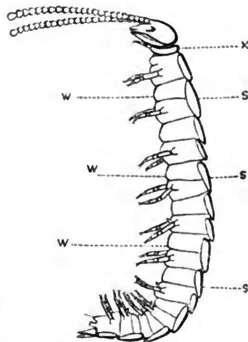


Fig. 48. Eine *Scolopendrella* vom Brocken (Harz), von der Seite gesehen. 20 mal vergrössert. Original. — w, vorderes Ursegment der von einem gemeinschaftlichen Rückenschilde bedeckten Ursegmentenpaare; x, erstes, dem Kopfe nahe anliegendes Rumpfsegment.

Aus dem Verlaufe dieser Darlegungen werden wir ersehen, dass die paarweise Anordnung der Segmente des Myriopdenkörpers als die elementare Bildung aufzufassen ist, auf welche die Segmentierung des Insektenkörpers zurückgeführt werden muss.

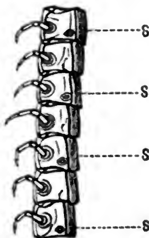


Fig. 49. 7 Ursegmente oder $3^1/_2$ Segmentenpaare aus dem mittleren Teile des Rumpfes einer *Scolopendra*. Orig. — Das vordere Segment jedes Paares trägt ein Bein- und ein Stigmenpaar, das hintere nur ein Beinpaar. s, Rückenschilde.

Bei *Scolopendra* (Fig. 49) sind die Rückenschilde in der Grösse einander mehr oder weniger gleich; aber bei *Lithobius* (Fig. 50) zeigt der Rückenschild (s) des Complementärsegments das Bestreben, denjenigen des zugehörigen Hauptsegments zu verdrängen, was bei den verwandten Skutigeriden zur Wirklichkeit geworden ist. Es geht daraus hervor, dass die bereits vollzogene Verdrängung des letzten Rückenschildes eines Segmentenpaares auch bei *Scolopendrella* (Fig. 48) vorliegt, und dass bei dieser Gattung der Rückenschild eines Segmentenpaares nicht durch Verwachsung von zwei Schilden entstanden ist.

Unter den Insekten haben die Larven der Leuchtkäfer oder Lampyriden einige morpholo-

gische Beziehungen zu *Scolopendrella,* die auffallend genug erscheinen, um sogleich näher angesehen zu werden. Am Körper der *Lampyris*-Larve (Fig. 51) decken der 2. und der 3. Rückenschild ebenso je zwei Ursegmente wie bei *Scolopendrella.* Das vordere oder Complementärsegment ist bei der *Lampyris*-Larve gleichfalls anhanglos und trägt nur ein Stigmenpaar; das hintere Ursegment erfreut sich eines Beinpaares, gleichwie bei *Scolopendrella.* Der Rückenschild des vorderen Ursegments hat denjenigen des hinteren bei der *Lampyris*-Larve wohl verdrängt oder unterdrückt, wie bei den Skutigeriden und Skolopendrelliden. Der Mesothorax und Metathorax der *Lampyris*-Larve bestehen demnach aus je einem Segmentenpaare mit gemeinschaftlichem Rückenschilde. Das Rudiment des unterdrückten Rückenschildes sehen wir am Hinterrande des Rückenschildes des Meso- und des Metathorax. Es macht den Eindruck, als ob zwei Rückenschilder miteinander verwachsen wären. In der breiten Mitte des Hinterrandes zeigt eine quere Nahtlinie die Spur der Vereinigung an; aber die übereinander liegenden Hinterecken der beiden Schilde liegen voneinander getrennt. Genau dieselbe Bildung finden wir am Hinterrande des Rückenschildes des Prothorax und der acht ersten Hinterleibssegmente. Alle diese Segmente bilden also je ein Ursegmentenpaar; nur das 9. und 10. Hinterleibssegment, welche sehr kurz sind, scheinen vom Ursprunge an einfach zu sein. Die Bauchseite der 8 ersten Hinterleibssegmente lässt gleichfalls Spuren einer Zusammensetzung aus zwei Ursegmenten, wie die Rückenseite, erkennen.

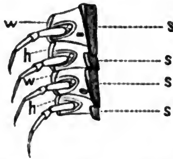


Fig. 50. Zwei Segmentenpaare aus dem mittleren Teile des Rumpfes eines *Lithobius.* Orig. — w, das vordere Segment (Complementärsegment) jedes Paares; h, das hintere Segment (Hauptsegment) jedes Paares; s, die Rückenschilde der Segmente.

Diese Bildung ist sehr deutlich an einer grossen Lampyridenlarve aus Chile zu sehen. Die Segmentierung des Körpers der Larven dieser Coleopterenfamilie zeigt daher z. T. grosse Uebereinstimmung mit derjenigen von *Scolopendrella* und spricht nicht gegen eine phylogenetische Ableitung der Coleopteren von den Myriopoden.

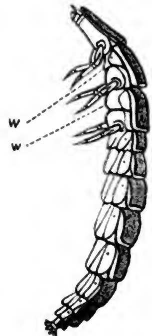


Fig. 51. Eine Larve von *Lampyris,* von der Seite gesehen. Orig. — w, vorderes Ursegment des Meso- und des Metathorax.

Scolopendrella ergiebt sich thatsächlich als eine Mittelform zwischen den übrigen Myriopoden und den Lampyridenlarven und neigt sich insofern mehr den letzteren zu, als die Complementärsegmente beinlos sind und die Ursegmentenpaare zumeist einen gemeinschaftlichen Rückenschild besitzen.

Folgende Uebersicht veranschaulicht die Beziehungen der Myriopoden und Insekten zu einander:

1. Alle Ursegmente mit je einem Beinpaar versehen, höchstens ein oder zwei Endsegmente beinlos; wenn Stigmen vorhanden sind, liegen dieselben am vorderen Ursegmente oder an beiden Ursegmenten eines Ursegmentenpaares:
   die Chilopoden (ausser den Geophiliden) und Diploden.
2. Da die ein Beinpaar und ein Stigmenpaar tragenden Körperringe aus zwei miteinander verschmolzenen Ursegmenten bestehen (S. 115), so entbehrt eins der beiden Ursegmente der Beine:
   die Geophiliden.
3. Je ein Beinpaar nur am hinteren Ursegment aller oder nur der vorderen Ursegmentenpaare; Stigmen (die nach Haase an den Rumpfsegmenten von *Scolopendrella* fehlen) nur am vorderen Ursegmente (Complementärsegment) der Ursegmentenpaare, ausser am ersten und den 2 (3) letzten Segmenten:
   die Skolopendrelliden und Insekten.

Der Mangel der Beine an den Complementärsegmenten, wie bei *Scolopendrella*, ist der erste Schritt zur Bildung des Insektentypus. Das Fehlen der Anhangsorgane begünstigt die Rückbildung der Complementärsegmente; bei den Insekten, und zwar in den zu Anfang stehenden Abteilungen, bekunden letztere bereits eine starke Neigung einzugehen, sind aber in einigen niedrig stehenden Gruppen (*Raphidia, Lycus* und die eben behandelte *Lampyris*-Larve) noch erhalten.

Es erklärt sich jetzt die intersegmentale Lage der Stigmen bei den meisten Insekten. Die Stigmen hängen gewöhnlich mit einem je zwei Segmente verbindenden Hautringe zusammen, und zwar gerade in den niedrig stehenden Insektengruppen. Oft liegt aber das erste Stigmenpaar mehr dem Mesothorax an, was dem ursprünglichen Verhältnis näher kommt; oft ganz an dem Prothorax, was eine Entfernung von dem ursprünglichen Zustande anzeigt; ersteres ist der Fall bei den Orthopteren, Odonaten, Neuropteren und Trichopteren, letzteres bei den Coleopteren, den Raupen der Lepidopteren, den Afterraupen der phytophagen Hymenopteren und den Larven der Dipteren. Das Stigmenpaar ist nicht an dem Prothorax hinaufgerückt, wie die gewöhnliche Annahme ist, sondern das die Stigmen tragende Complementärsegment hat sich mit dem Prothorax verbunden.

Auch die separierten, das Stigma tragenden Platten sind jetzt erkannt, es sind die Rudimente früherer Complementärsegmente. Auf einem Intersegmentalstücke zwischen dem Pro- und dem Mesothorax liegt jederseits ein Stigma des ersten Paares bei den Larven vieler Coleopteren, z. B. *Ergates, Saperda, Astynomus, Melandrya.* Während das erste Stigma bei der Larve von *Pyrochroa* und *Pytho* auf der Grenze zwischen Pro- und Mesothorax liegt, finden wir es bei der Larve von *Tenebrio, Chelonarium, Cerambyx, Spondylis* und der Elate-

riden vorn am Mesothorax, bei *Ditylus, Anoncodes* und *Mordella* hinten am Prothorax.

Bei den Arten von *Lycus*, einer Gattung der mit den Lampyriden nahe verwandten Familie der Lyciden, ist das Complementärsegment des Mesothorax selbst noch beim entwickelten Insekt ein selbständiges, aber sehr kurzes Segment und sogar von dem Mesothorax abgesondert und dem Prothorax genähert.

Bei der Larve von *Raphidia* (Neuroptera) erscheint (Fig. 52) das zwischen dem Prothorax (B_1) und dem Mesothorax (B_2) liegende Ursegment (w) ebenfalls als ein selbständiges Segment und ist mehr mit dem Prothorax verbunden, von dessen Rückenschild (Pronotum) es bedeckt wird, als mit dem Mesothorax. An der Seite befindet sich auf einer besonderen Platte das Stigma. Auch am entwickelten Insekt sehen wir dasselbe Ursegment als selbständigen, kurzen, seitlich das Stigma tragenden Halbring, der unterseits weder mit dem Pro- noch mit dem Mesothorax enger verbunden ist.

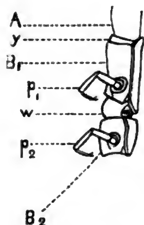


Fig. 52. Vorder- und Mittelbrust einer Larve von *Raphidia*. Orig. — A, Grundteil des Kopfes; B_1, Vorderbrust; y, ein abgeschnürter Ring vorn an der Vorderbrust; w, das zwischen Vorder- und Mittelbrust befindliche Ursegment; B_2, Mittelbrust; p_1 und p_2, Vorder- und Mittelbein.

Das in Rede stehende Complementärsegment des Mesothorax ist so sehr von dem beintragenden Ursegment desselben geschieden, dass wir auch aus diesem Grunde die niedrige systematische Stellung der Raphidiiden in der Ordnung der Neuropteren begreifen.

Am Körper der Carabidenlarven zeigt das 1. bis 8. Hinterleibssegment auf der Bauchseite eine vordere und eine hintere Platte ausser den seitlich stehenden Platten. An dem nicht stigmentragenden 9. Segment fehlt die vordere Bauchplatte. Die beiden aufeinander folgenden Platten scheinen den Sternalplatten zweier Ursegmente zu entsprechen.

Bei den Larven der Staphyliniden erscheint das Rudiment des Complementärsegments des Mesothorax jederseits als eine bauchwärts verschmälerte dreieckige Platte, welche vorn das Stigma trägt. Der Rückenschild des Mesothorax steht mit dem Complementärsegmente derartig in Verbindung, dass letzteres, wie bei *Lampyris*, sich in schmaler Verlängerung bis zum Hinterrande des Rückenschildes hinzieht.

Die Ursegmente des Thorax mancher Elateridenlarven haben Aehnlichkeit mit denjenigen der Lampyridenlarven.

Die Raupen der Lepidopteren besitzen grösstenteils eine tief eingedrückte mittlere Querlinie auf der Rückenhälfte jedes Segments. Bei der Raupe von *Cossus ligniperda* bewirkt diese Querlinie fast eine Halbierung des Rückenteils in eine vordere und eine hintere Hälfte,

von denen jene an den Seiten das Stigma trägt. Das 9. und 10. Hinterleibssegment, welchen Stigmen fehlen, zeigen nicht die quere Furche (vergl. die *Lampyris*-Larve).

Bei den Libelluliden (*Aeschna*) ist das Complementärsegment des Mesothorax als ein vollständiger, ventraler, bis zum Rücken aufsteigender, oben jederseits des Rückens das grosse Stigma tragender, häutiger, am Vorderrande chitinisierter Halbring erkennbar; er liegt aber mit Ausnahme des stigmentragenden Teiles zwischen dem Pro- und Mesothorax ganz versteckt. Auf dem Rücken fehlt jede Spur von diesem Ursegment; hier sind die beiden Thoraxsegmente durch eine einfache Haut verbunden. Wahrscheinlich ist auch der stigmentragende Streif zwischen Meso- und Metathorax als das noch erhalten gebliebene Complementärsegment des letzteren anzusprechen; es ist durch eine mehr oder weniger deutliche Nahtlinie vom Meso- und durch eine tiefe, deutliche vom Metathorax getrennt, verschmälert sich in der Richtung auf den Zwischenraum zwischen Mittel- und Hinterhüften und bleibt auf dem Rückenteile des Thorax von irgendwelchem Flügelansatze verschont. Auch die Abdominalsegmente der Libelluliden zeigen, wie bei *Julus*, Anzeichen von Doppelsegmenten; die merkwürdigen langgestreckten Bauchplatten haben vorn ein ebenso durch eine verwachsene Nahtlinie abgesetztes Stück, wie der Rückenteil der Segmente. Dies wäre eine auffallende Homologie zwischen den Odonaten (Libelluliden) und Diplopoden. Das 9. und 10. Hinterleibssegment entbehrt dieser Spuren einer etwaigen Zusammensetzung aus zwei Ursegmenten, ebenso wie bei der Raupe von *Cossus* und der Larve von *Lampyris* (s. o.). Auch die Endsegmente der Diplopoden sind einfach.

Bei *Locusta* ist das Complementärsegment des Mesothorax deutlich als schmales Bruststück an der Bauchseite erkennbar und wird hinten von dem die beiden Dornen tragenden Mesosternum begrenzt. An den Seiten findet sich auf dem häutigen Streifen das intersegmentale grosse Stigma. Auch das Complementärsegment des Metathorax ist auf der Bauchseite deutlich, aber an den Seiten, wo sich das zweite Stigmenpaar hinten an den Mesothorax anschliesst, undeutlich. Am Vorderrande des Prothorax ist von den Spuren eines Complementärsegments nichts zu sehen. Bei *Oedipoda* ist das Complementärsegment des Mesothorax letzterem als schmaler, stark chitinisierter Bauchhalbring, der nach oben zu in seinem häutigen Fortsatze jederseits das Stigma trägt, dem Vorderrande des Mesothorax angeschlossen, aber durch eine Naht davon getrennt. Das Complementärsegment des Metathorax ist fast ganz unterdrückt.

Beachtung verdient im Anschlusse an die hintereinander liegenden zwei Bauchplatten an den Hinterleibsringen der Carabidenlarven der eingedrückte Querstreif an der Unterseite einiger Hinterleibsringe zahlreicher *Carabus*-Arten, z. B. *intricatus, clathratus, cancellatus, catenulatus, glabratus* usw., während er bei *auratus, auronitens* u. a. fehlt.

Die paarweise Verschmelzung der Ursegmente, welche am besten bei den Insekten durchgeführt ist, finden wir im grossen Style schon bei zahlreichen Myriopoden vorbereitet, nämlich bei den Diplopoden (*Julus*, *Glomeris*, *Craspedosoma* usw.). Doch bleiben hier die je ein Doppelsegment zusammensetzenden Ursegmente einander ähnlich, namentlich auf der Bauchseite, während das vordere Ursegment bei den Insekten gewöhnlich schwindet. Bei den meisten Chilopoden und Skolopendrellen ist es das hintere der beiden Ursegmente, welches auf Kosten des vorderen vor diesem oft etwas voraus hat; aber eine enge Verbindung findet zwischen diesen Ursegmenten bei den Chilopoden niemals statt. Es sind also die Diplopoden, mit denen die Insekten hinsichtlich der Architektonik des Körperbaues Aehnlichkeit haben. Wo bei den Insektenlarven Rückenschilder vorkommen, gehören diese, wie bei den Skolopendrellen und Skutigeriden, in manchen Fällen, z. B. bei den Lampyridenlarven, ursprünglich nur dem vorderen Ursegmente an. Die mit den Diplopoden näher als mit den Chilopoden verwandten Skolopendrellen führen nun, wie vorhin gezeigt wurde, in die Morphologie des Insektenkörpers ein.

Die Diplopoden weisen aber Entwicklungsstufen von deutlicher ventraler Trennung der beiden Ursegmente bis zu deren inniger Verschmelzung auf, welche demnach die beiden Ursegmente nicht mehr erkennen liessen, wenn nicht die zwei Beinpaare und die Nahtlinie der Deutung zu Hilfe kämen. J. F. Brandt teilte die Diplopoden auf Grund des Verhältnisses dieser Segmente in Monozonia, bei denen dieselben zu einem festgeschlossenen Ringe verwachsen; in Bizonia, bei denen einerseits die beiden ventralen Platten untereinander, anderseits die davon getrennten Pleuren mit den Rückenschilden verwachsen; in Trizonia, wo die ventralen Platten unter sich frei und auch von den Pleuren getrennt, diese aber mit den Rückenschilden verschmolzen sind; und in Pentazonia, deren Bauchschilde und Pleuren frei sind. Diese morphologische Einteilung entspricht nun nicht völlig der systematischen, weil hierbei auch andere Merkmale massgebend sind; aber in den systematischen Gruppen finden wir die morphologische Entwicklungsreihe wieder. Die meisten Körpersegmente der Polyxeniden (1. Gruppe der Diplopoden) sind nach dem pentazonen Typus gebaut, d. h. es verwachsen die Pleuren weder mit dem Rückenschilde noch mit den zugehörigen Bauchplattenpaaren. Nach demselben Typus sind auch die Segmente der Glomeriden gebaut; denn die grossen, bauchwärts liegenden Pleuren sind mit den zugehörigen Rückenschilden nicht verwachsen, und auch die Bauchschilde sind sowohl unter sich wie gegenüber den Pleuren frei. Dahingegen sind bei den Chordeumiden die Pleuren mit den zugehörigen Rückenschilden innig verschmolzen; aber die Bauchplatten sind völlig frei. Ebenso bleiben die Bauchplatten der Lysiopetaliden im Gegensatze zu den allermeisten Juliden frei, während die Pleuren mit den Rückenschilden wieder ganz verschmolzen sind. Die

beiden letzten Gruppen fallen demnach unter den Typus der Trizonia, nur die letztere nach Newport z. T. unter die Bizonia. Bereits in der Gruppe der Polydesmiden sind die Bauchplatten, mit Ausnahme der zwei bis drei vorderen, paarweise unter sich und mit den zugehörigen Pleuren verwachsen, letztere auch mit den Rückenschilden (Monozonia). Ebenso sind bei den Juliden die Pleuren überall mit den zugehörigen Rückenschilden verschmolzen. Auch die Bauchplatten verwachsen zu allermeist mit den Pleuren, so dass dann wie bei den Polydesmiden complete Körperringe entstehen; doch bleiben die Nähte sichtbar, und es giebt auch Beispiele, wo die fusstragenden Platten frei, nämlich leicht trennbar bleiben. (Vergl. Latzel, Die Myriopoden der österreichisch-ungarischen Monarchie.)

Da nach obiger Auseinandersetzung zwei Segmente der Myriopoden einem gewöhnlichen Segmente der Insekten entsprechen, welches ursprünglich aber aus zwei Ursegmenten besteht, so ist die Zahl der Ursegmente der letzteren mit einem grossen Teile der Myriopoden in Einklang zu bringen; denn nach Abrechnung einiger Endsegmente der Myriopoden, welche den einfachen Endsegmenten der Insekten homolog sind, congruiert die sich auf 21 oder 23 Segmente einer Anzahl Chilopoden belaufende Zahl mit derjenigen der Ursegmente der Insekten. Nehmen wir ein Insekt, dessen 3 Thoraxsegmente 6 Ursegmenten, und deren 8 erste Abdominalsegmente 16 Ursegmenten entsprechen, während die 2 (3) letzten abdominalen als einfach aufzufassen sind, so haben wir $6 + 16 + 2\,(3) = 24\,(25)$ Ursegmente. Auch bei einigen Diplopoden finden wir genau oder ungefähr diese Zahl von Ursegmenten, nämlich bei den Glomeriden, welche 11 bis 14 Segmente besitzen, von denen 6 bis 9 als Doppelsegment erscheinen, während 5 (6) einfach sind; wir sehen, dass $18 + 5 = 23$ mit den obigen Zahlen congruiert. Bei den Geophiliden unter den Chilopoden und der weit überwiegenden Mehrzahl der Diplopoden ist die Zahl der Segmente eine viel grössere, auffallenderweise in manchen Fällen bei einer und derselben Art sogar wechselnde.

Eine merkwürdige Uebereinstimmung zwischen einem Teile der Chilopoden (Skolopendriden) und den Insekten herrscht in der Zahl der Stigmen, welche sich bei letzteren meist auf 9 oder 10 Paare beläuft. Unter den Chilopoden finden sich 10 Stigmen- und 21 Beinpaare bei *Heterostoma, Branchiostoma* und *Trematoptychus;* 9 Stigmen- und 21 Beinpaare bei *Branchiotrema, Alipes, Cupipes, Cormocephalus, Scolopendra, Monops, Cryptops* und *Opisthomega.* Vergl. E. Kohlrausch, Journal d. Mus. Godeffroy. XIV. Hamburg, 1879.

Wir stehen nicht an zu behaupten, dass die Myriopoden mit den Insekten eng verbunden sind und nur eine niedrige zu den letzteren als höher entwickelten Gliederfüssern direkt hinüberführende Organisationsstufe darstellen. Auch in der eben erschienenen zweiten Lieferung von Langs Lehrbuch der vergleichenden Anatomie (Jena,

G. Fischer. 1889) sind die Insekten mit den Myriopoden unter dem Namen Antennata vereinigt. Erich Haase äussert sich ähnlich (Morphol. Jahrbuch, Bd. XV. 1889, S. 432).

Wenn wir vorhin die Zahl der auf den Kopf folgenden Ursegmente der Insekten auf 24 oder 25 zurückführen, so ist in Betracht zu ziehen, dass die Rückbildung der Complementärsegmente oder die paarweise Verwachsung der Ursegmente in dieser Arthropodenklasse eine so vollendete ist, dass wir nichtsdestoweniger nur 3 Thoraxsegmente und 10 (zuweilen 11) Abdominalsegmente am Insektenkörper zu zählen berechtigt sind. Nur in einzelnen Fällen sind einige Ursegmentenpaare sehr deutlich ausgebildet (S. 116—118).

Die Wandlungen der Ursegmente des Rumpfes der Myriopoden und Insekten mögen schliesslich in folgender Uebersicht zur Anschauung gebracht werden.

I. Die Ursegmente des Rumpfes alle frei, jedes mit einem Rückenschilde, abwechselnd mit einem Stigmenpaar; die Rückenschilde selten abwechselnd rudimentiert und von dem Rückenschilde des vorhergehenden Segments bedeckt. Alle Ursegmente mit einem Beinpaar:

die meisten Chilopoden (Scutigeridae, Lithobiidae, Scolopendridae).

II. Die Ursegmente des Rumpfes grösstenteils paarweise miteinander verwachsen.

1. Alle Ursegmente mit einem Beinpaare (nur eins der vorderen und zuweilen einige hintere fusslos), paarweise zu einem je zwei Beinpaare tragenden Ringe verwachsen (mit Ausnahme der 3 oder 4 vordersten Ursegmente). Die Bauchschilde und Seitenteile der die Ursegmentenpaare zusammensetzenden Ursegmente frei oder untereinander oder mit den Rückenschilden verschmolzen:

die Diplopoden.

2. Die je ein Beinpaar tragenden Segmente bestehen aus je zwei miteinander verschmolzenen Ursegmenten, sind also Doppelsegmente und besitzen je ein Stigmenpaar. Die zwischenliegenden beinlosen Segmente sind unechte Segmente:

Die Geophiliden, eine Familie der Chilopoden.

3. Nur die abwechselnden Ursegmente mit einem Beinpaar.

a. Die meisten oder nur einige Ursegmente paarweise mit je einem gemeinsamen Rückenschilde; vorderes gross, beinlos, dem hinteren, beintragenden an Grösse meist gleich.

aa. Die meisten Ursegmente paarweise mit je einem gemeinsamen Rückenschilde, einige Ursegmente getrennt, mit je einem selbständigen Rückenschilde; 12 Beinpaare:

die Skolopendrelliden.

bb. Die Ursegmente der zwei hinteren Thoraxsegmente paarweise mit gemeinsamem Rückenschilde, vorderes Ursegment mit einem Stigmenpaare, hinteres mit einem Beinpaare; die Ursegmente des Hinterleibes, mit Ausnahme der 2 letzten, paarweise zu gunsten der stigmentragenden verwachsen; 3 Beinpaare:

die Larven einiger Insekten (Lampyriden).

(Bei den Larven und Imagines von *Raphidia* (Neuroptera) und *Lycus* (Coleoptera) ist das vordere Ursegment des Mesothorax ausgezeichnet entwickelt und an den Prothorax gerückt.)

b. Die Ursegmente paarweise miteinander verwachsen, ohne gemeinsamen Rückenschild.

aa. Vorderes Ursegment (Complementärsegment) des Mesothorax meist deutlich, ohne Rückenschild, dasjenige des Metathorax undeutlich; die Ursegmente des Hinterleibes miteinander verschmolzen, mit oder ohne Spuren der Vereinigung:

die Orthopteren und Odonaten.

bb. Das vordere Ursegment der hinteren Thoraxsegmente rudimentiert oder undeutlich; die Ursegmente des Hinterleibes selten, ausser bei den Larven, mit Spuren der Verschmelzung aus zwei Ursegmenten:

alle übrigen Insekten.

Aus dieser Uebersicht ergibt sich, dass eine paarweise Vereinigung der bei den Skolopendriden gesonderten Segmente unter den Myriopoden bei den Skutigeriden, Geophiliden, Skolopendrelliden und den Diplopoden zustande gekommen, und dass diese Vereinigung bei den Insekten soweit vorgeschritten ist, dass eine Zusammensetzung der Segmente aus je zwei Ursegmenten nur bei manchen Angehörigen niedrig stehender (Fig. 52) und bei Larven höher stehender Ordnungen (Fig. 51) in einigen Resten oder Spuren erhalten geblieben, aber bei den allermeisten Insekten ganz undeutlich und nicht mehr erkennbar ist.

Am Embryo der Insekten (vergl. Fig. 57, S. 129) ist nach den bisherigen Befunden wenig von einer Zweiteiligkeit der Segmente, welche eine Doppelsegmentierung derselben bewiese oder andeutete, bekannt geworden. Graber beschreibt und bildet ab einen mittleren, z. T. fast isolierten Lappen am Vorderrande mehrerer innerer (hypoblastaler) Segmente des unentwickelten Embryo von *Stenobothrus variabilis* (Orthoptera), den wir als einen, selbst noch bei der Imago auftretenden Rest eines vorderen Ursegments ansehen. Vergl. Morphol. Jahrbuch, 1888, S. 357; Taf. XV Fig. 16 m.

Die Doppelsegmente der Diplopoden sind am Embryo und während der ersten Jugendstadien scheinbar ebenfalls einfach, ohne äussere Spur einer Zweiteiligkeit. Die drei Beinpaare der eben

ausgeschlüpften Larve (Pullus) von *Strongylosoma guerinii* befinden sich an je einem Segment, und zwar am 1., 3. und 4. Rumpfsegment. Die beiden folgenden, noch stummelförmigen Beinpaare gehören aber einem einzigen und ungeteilten Segment, dem 5. Rumpfsegmente, an; und auch an dem 6., bereits ein hervorsprossendes Beinpaar besitzenden Segmente entwickelt sich später noch ein zweites Beinpaar. Vergl. Metschnikoff, Embryologie der doppelfüssigen Myriopoden, (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XXIV. Bd. 1874). Ebenso tragen bei den Jugendstadien von *Julus* die auf die drei vorderen beintragenden Segmente folgenden und gleichfalls einfachen Segmente erst später je zwei Beinpaare (Newport).

Daraus geht scheinbar hervor, dass die Doppelsegmente der Myriopoden und auch der Insekten eigentlich einfache Segmente sind, die erst später in zwei aufeinander folgende Hälften zerfallen. In der That nimmt Balfour (Handbuch d. vergl. Embryologie. Deutsche Ausg. 1880. I., S. 372) an, dass die Doppelsegmente der Diplopoden nicht durch Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter, sondern durch spätere unvollständige Teilung der Segmente entstehen, wobei aber jede Hälfte ihre volle Ausstattung an Organen erhält. Jedem Doppelsegment von *Julus* kommen nämlich ausser den zwei Beinpaaren noch 2 Ganglien, 4 Stigmentaschen, 2 Herzklappen und zwei Paare von Arterien zu (Heathcote, 1887, 1888). Gerade diese Organisation spricht für die Annahme, dass die Doppelsegmente a priori aus zwei selbständigen Segmenten bestehen, deren Rückenschilde in einen verschmelzen. Bewiesen ist dies nun 1888 durch die Entdeckung von Heathcote (Philosoph. Transact. CLXXIX. B. S. 157), wonach jedem zwei Beinpaare tragenden Ringe zwei mesoblastische Segmente zu Grunde liegen.

Bei den Diplopoden und Chilopoden gehört zu jedem, ein Beinpaar tragenden Ursegment ein Ganglion, zu jedem mit zwei Beinpaaren versehenen Doppelsegment zwei Ganglien. Wenn ein Doppelsegment nur ein Beinpaar trägt, so ist nur 1 Ganglion vorhanden, z. B. bei *Scolopendrella*, den Geophiliden und Insekten.

Bei den Insekten sind in aufsteigender Linie die Ganglien aus den einzelnen Hinterleibsringen teilweise verdrängt. In manchen Familien ist die Ganglienkette auf den Kopf und den Brustabschnitt beschränkt, z. B. bei den Melolonthiden, Cetoniiden, Geotrupiden, Aphodiiden, Tomiciden, Dytisciden, Hydrometriden, Nepiden und vielen Dipteren, und sogar schon bei den Larven vieler Insekten. Die Beziehungen zwischen den Ganglien und den Anhangspaaren sind also innige; wo diese fehlen, sind auch jene nicht vorhanden oder in ihrer segmentalen Lage meist verändert und reduziert.

Die eben mitgeteilte Thatsache, welche uns jeden Zweifel daran nimmt, dass die Doppelsegmente der Diplopoden zusammengesetzt sind, wird durch die Organisation der paläozoischen Prototypen der Diplopoden, der Archipolypoden, in ein helles Licht ge-

setzt. Bei den genannten urweltlichen Vorfahren entsprach an allen Segmenten jedem Rückenschild ein einfacher Bauchschild, d. h. der ursprüngliche Zustand war der, dass an jedem Doppelsegment der Rückenschild in ein vorderes und hinteres Feld geteilt war, dass jedoch bei einigen Formen sich diese Teilung bestimmter als bei anderen zeigte und bei manchen so weit getrieben war, dass wir an eine vollständige Trennung denken könnten. Vergl. S. H. Scudder, Archipolypoda, a subordinal type of spined Myriapods from the carboniferous formation (Memoirs of the Boston Soc. Nat. Hist. Vol. III. Nr. V. 1882. Mit 4 Taf.) und das von demselben Naturforscher bearbeitete Kapitel „Myriapoda" in Zittels Handbuch der Paläontologie. I. 2. Abt. 1885. S. 721—731.

An die paarweise Vereinigung scheinen die Ursegmente mancher Insekten nicht immer gebunden zu sein; denn das vordere Ursegment des Mesothorax verbleibt entweder an diesem Brustringe (z. B. bei den Odonaten, vielen Neuropteren und den Larven mancher Coleopteren) oder es verbindet sich mehr oder weniger mit dem Prothorax (Coleopteren, Larven der Lepidopteren, Tenthrediniden, Panorpiden, Dipteren); oder es liegt unabhängig zwischen beiden und ist gewöhnlich rudimentär.

Die Complementärsegmente sind als rückgebildet zu betrachten, wenn die Stigmen auf der Grenze zweier Segmente liegen, z. B. bei *Japyx* unter den Thysanuren; haben sie an der Bildung des zugehörigen Segments teilgenommen, was bei den meisten Insekten der Fall ist, so liegt das Stigma seitlich am Körper dieses Segments, oft sogar bis gegen die Mitte hin. Eine Verschiebung des Stigma gegen die Mitte des Segments hin liegt darnach nicht vor.

Der dichte Anschluss des 1. Abdominalsegments an den Metathorax bei vielen Insekten ist oft nur durch das vordere, das Stigma tragende Ursegment des 1. Abdominalringes zuwege gebracht. Das dritte Stigmenpaar macht daher in diesen Fällen den Eindruck, als ob es zum Metathorax gehöre.

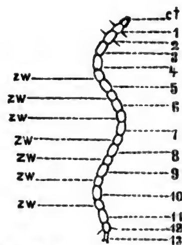


Fig. 53. Larve von *Scenopinus pallipes* Say (Dipteron). Nach Packard. — ct, Kopf; 1—13, die auf den Kopf folgenden echten Segmente; zw, die Zwischensegmente.

Von den Complementärsegmenten unterscheiden sich die Zwischensegmente, welche die Larven mancher Dipterenarten besitzen, z. B. von *Scenopinus* (Fig. 53), *Thereva, Bibio, Ceroplatus*. Die Zwischensegmente (zw) sind kleiner als die echten Segmente. Die Thoraxringe sind nicht durch Zwischensegmente voneinander getrennt. Nach Brauer (Die Zweiflügler d. kaiserl. Museums zu Wien. 1883) sind die Zwischensegmente nur durch Verlängerung der Verbindungshaut zweier Segmente oder durch sekundäre Ringelung eines echten Segments entstanden. Auch die

Zwischensegmente der **Geophiliden** werden unter diesem Gesichtspunkte betrachtet.

Unter den Larven der Coleopteren sind diejenigen von *Cardiophorus* durch ähnliche Zwischensegmente ausgezeichnet, wie jene Dipterenlarven.

Was **Hagen** in der Stettin. Entom. Zeitung, 1889, S. 165 über die Segmentierung des Insektenkörpers sagt, fällt teilweise unter die obige Betrachtung.

Wenn wir im folgenden von den **Segmenten des Rumpfes** reden, so sind dies stets, ausser den schon vom Ursprunge an ein-

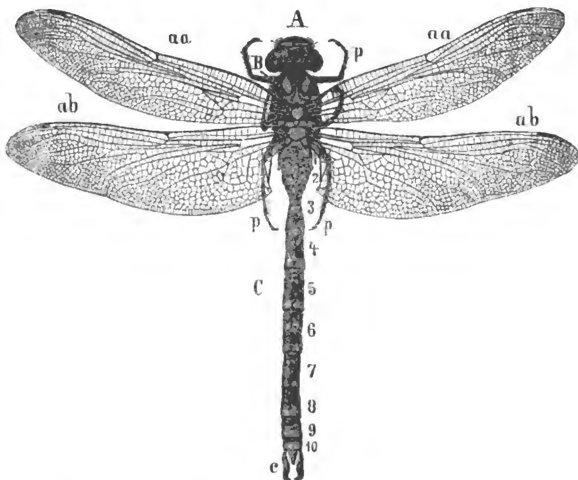


Fig. 54. Eine Libellulide (Odonate), *Aeschna cyanea* L. Orig. — A, der Kopf; B, der aus 3 in der Figur nicht deutlich unterschiedenen Segmenten bestehende Brustabschnitt mit den 3 Beinpaaren (p) und den 2 Flügelpaaren (aa und ab); C, der Hinterleib; 1—10, die Segmente desselben; c, die Anhänge des letzten Segments.

fachen 2 oder 3 Endsegmenten, die aus zwei Ursegmenten miteinander verschmolzenen Ringe, die in der Zahl von 13 oder 14 die architektonische Grundlage des Körperbaues der Insekten bilden, wobei der Kopf nicht berücksichtigt ist.

Ausgehend von der Thatsache, dass diejenigen Segmente, welche der Beine, Flügel oder sonstiger Organe entbehren, eine einfache Form und Ausbildung behalten, z. B. die mittleren Hinterleibsseg-

mente, während die mit jenen Anhängen ausgerüsteten Segmente in Form, Grösse und Ausbildung von den ersteren abweichen, begreifen wir sogleich die verschiedene Bildung der ursprünglich gleichartigen Körperringe in den verschiedenen Abschnitten des Insektenkörpers. Wir nehmen nicht an, dass die eben hervorgehobene Wechselwirkung die alleinige Ursache der ungleichwertigen Ausbildung der Rumpfsegmente seien, augenscheinlich bildet sie aber die wichtigste Grundlage zur Beurteilung dieser Heteronomität. Vergl. Fig. 54 u. 55.

Was bei den Myriopoden nicht gerechtfertigt erscheint, nämlich einen Komplex von Brustsegmenten und einen von demselben geschie-

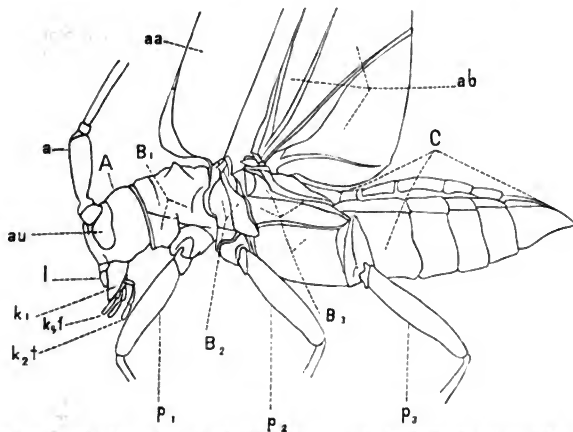


Fig. 55. Eine Käferart aus der Gattung *Melanauster*. Die Flügeldecken und Hinterflügel sind aufgebogen, um ihre Verbindung mit den Brustsegmenten zu zeigen und diese selbst freizulegen. Orig. — A, Kopf; a, ein Fühler; au, ein Auge; l, die Oberlippe; k_1, ein Oberkiefer; k_2t, einer der Kiefertaster; k_4t, die Unterlippentaster; B_1, die Vorderbrust; p_1, ein Vorderbein; B_2, die Mittelbrust; aa, eine Flügeldecke; p_2, ein Mittelbein; B_3, die Hinterbrust; ab, ein Hinterflügel; p_3, ein Hinterbein; C, der Hinterleib. (Von den abstehenden Körperteilen, nämlich den Fühlern, Flügeldecken, Flügeln und Beinen, sind der Raumersparnis wegen die äusseren Enden in der Abbildung fortgelassen.)

denen Hinterleib zu unterscheiden, das ist bei den Insekten eine morphologische Forderung. Auch die mit drei Paaren von Brustbeinen am Vorderkörper versehenen Larven fallen unter den Typus der entwickelten Insektenform, insofern die drei beintragenden Brustsegmente von den Segmenten des Hinterleibes etwas verschieden sind.

Der Kopf ist bei allen Insekten und Myriopoden selbständig ausgebildet und als vorderster Körperteil von dem übrigen Körper gut unterschieden. Es liegt nahe, anzunehmen, dass dies der bei allen hierhergehörigen Tieren gleichmässig wichtigen, mit der Er-

nährung zusammenhängenden Funktion der Mundteile, welche aus der Verschmelzung einiger mit Anhängen versehener Ursegmente herrühren, zuzuschreiben ist (vergl. S. 100—102).

In Fig. 54 ist ein Insekt, eine Libellulide, dargestellt. A bezeichnet den Kopf, B den Brustabschnitt mit den 4 Flügeln und sechs Beinen, C den aus 10 Segmenten bestehenden Hinterleib.

Den verschiedenen Bau der Segmente nehmen wir in der Fig. 55 wahr. Der Kopf A ist der aus einigen miteinander verschmolzenen Ursegmenten zusammengesetzte vorderste Körperteil. Die Oberkiefer k_1, sowie die Taster der Unterkiefer k_2t und der Unterlippe k_4t sind die den Beinen homologen Anhänge der verschmolzenen Ursegmente des Kopfes. Die grossen Fühler (Fühlhörner, Antennen) sind ein Paar Anhänge (a) an der oberen und vorderen Seite des Kopfes. Der aus den drei Segmenten B_1, B_2 und B_3 bestehende Brust-

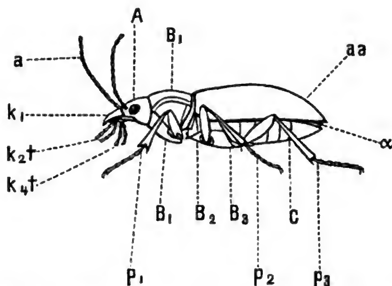


Fig. 56. Ein Laufkäfer, *Calosoma*. Orig. — A, Kopf; B_1, Vorderbrust; B_2, Mittelbrust; B_3, Hinterbrust; C, Hinterleib; α, ein eingezogenes verstecktes Segment desselben; a, Fühler; k_1, Oberkiefer; k_2t, Kiefertaster; k_4t, Lippentaster; p_1, ein Vorderbein; p_2, ein Mittelbein; p_3, ein Hinterbein; aa, Flügeldecken.

abschnitt ist meist vorzüglich entwickelt. Die Vorderbrust (B_1) trägt nur ein Beinpaar (p_1), die Mittelbrust (B_2) oberseits ein Paar Flügel oder Flügeldecken (aa) und unterseits das zweite Beinpaar (p_2), die Hinterbrust (B_3) oben das hintere Flügelpaar (ab) und unten am Hinterrande das dritte Beinpaar. Der Hinterleib (C) besteht aus gleichförmig gebildeten Segmenten, von denen jedes in einen oberen und einen unteren Halbring geschieden ist, die beide an den Seiten durch abgesetzte Platten (Pleuren) getrennt sind. Die letzten Segmente des in Wirklichkeit zehngliedrigen Hinterleibes sind eingezogen (vergl. auch Fig. 56 α) und werden gefunden, wenn das Innere des letzten sichtbaren Segments untersucht wird.

Die Flügeldecken (Fig. 55 aa), welche die Ordnung der Käfer charakterisieren, bedecken in vielen Fällen wie ein fester gewölbter

Schild den Körper vom Mesothorax an bis zum Ende des Körpers, dem Rücken desselben zum Schutze dienend. Das ist namentlich auffallend bei solchen Käfern, deren Flügeldecken der ganzen Länge nach längs am Innenrande zusammengewachsen sind und eine kahnförmige Schale bilden.

In Fig. 56 stellt aa die Flügeldecken vor; von der Mittelbrust B_2, der Hinterbrust B_3 und dem Hinterleibe C ist daher nur die Unterseite sichtbar.

Bei manchen zikadenähnlichen Insekten scheint die ganze Oberseite des Körpers aus einem ungeteilten festen Schilde zu bestehen; es ist der nach hinten erweiterte, den hinteren Brustabschnitt und den Hinterleib der ganzen Länge und Breite nach bedeckende Rückenschild des Prothorax.

Bei gewissen Wanzen gehört der grosse, gleichfalls den ganzen Hinterleib bedeckende Schild dem Mesothorax an.

Eine derartige enorme Ausbildung eines einzigen Segments findet sich in keiner anderen Insektenordnung.

Es giebt larvenähnliche entwickelte Insekten, deren Körpersegmente alle sehr gleichförmig gebildet sind, nämlich die weiblichen Käfer einiger Gattungen aus der Familie der Malacodermaten, *Drilus* und *Phengodes*; sowie das Weibchen der Arten von *Psyche*, einer Gattung der Schmetterlinge.

Die Larven (Fig. 47, S. 99) zeigen die Segmente in einer mehr ursprünglichen Anlage und auch der Zahl nach vollständiger als die ausgebildeten Insekten, bei denen manche Umstände, worauf schon vorhin hingewiesen wurde, eine Formveränderung, Zusammenziehung, Unterdrückung oder Verkleinerung der Segmente, ganz oder teilweise, zuwege gebracht haben.

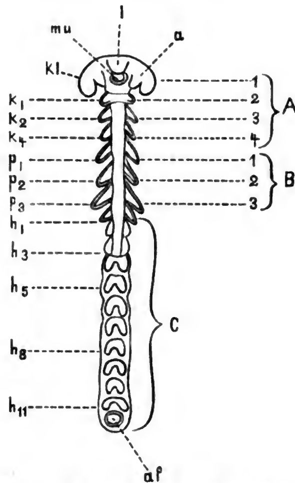


Fig. 57. Noch wenig ausgebildeter, aber bereits mit den Anhangspaaren des Kopf- und Brustsegmente versehener Embryo eines Grashüpfers, *Stenobothrus variabilis* Fieb. Nach Graber. — A, die Kopfsegmente; 1. Segment mit den Kopflappen kl, den werdenden Fühlern a und der Oberlippe l; zwischen dem 1. und 2. Segment die Mundöffnung mu; 2. Segment mit der Anlage der Oberkiefer k_1; 3. Segment mit der Anlage der Unterkiefer k_2; 4. Segment mit der Anlage der Unterlippe k_4; B, die Brustsegmente 1—3; p_1, Anlage der Vorderbeine; p_2, Anlage der Mittelbeine; p_3, Anlage der Hinterbeine; C, der Hinterleib mit den 11 Segmenten h_1—h_{11}; at, die Afteröffnung.

Das noch ungeborene, als kleiner, bandförmiger Embryo im Ei auf die künftige Körperbildung vorbereitete Insekt (Fig. 57) lässt die

Segmentierung am besten erkennen. Da ist zuvörderst das erste Ursegment mit dem grossen Kopflappen kl an jeder Seite, den beiden, die Fühler vorbildenden Zäpfchen a und der Oberlippe l. Dieses Segment ist grösser als die folgenden; denn es bilden sich in ihm und an ihm das Gehirn und die wichtigsten Sinnesorgane aus. Während es den Hauptteil des künftigen Kopfes ausmacht und als Vorderkopf bezeichnet wird, legen sich die folgenden drei Ursegmente, welche die die künftigen Kiefer (Oberkiefer, Unterkiefer und Unterlippe) vorbildenden Anhangspaare k_1, k_2 und k_4 tragen, dem Vorderkopfe hinten und unten dicht an, verschmelzen mit ihm oder gehen nach der Verwachsung zu dem Kopfe z. T. ein, und nur ihre Anhänge erlangen diejenige Ausbildung, welche an den Mundorganen der meisten Insekten in der mannigfaltigsten Form, Grösse und Zusammensetzung zu sehen ist.

Dann folgen die drei beintragenden Segmente mit den Anhangspaaren p_1 (Vorderbeine), p_2 (Mittelbeine) und p_3 (Hinterbeine). Die 11 Segmente des Hinterleibes (h_1 bis h_{11}) sind beim Embryo gewöhnlich gleichmässig ausgebildet, aber es bleiben, wie im Larven- und Imagostadium (S. 119), die zwei oder drei letzten Segmente in der Grösse hinter den vorderen zurück. Das erste Hinterleibssegment h_1 trägt bei manchen Embryonen ein Paar von Anhängen, welche den Beinrudimenten gleichen. Heider und Graber finden, dass fast alle Hinterleibsringe gewisser Insektenembryonen Spuren von je einem Beinpaar tragen, welches sich nicht ausbildet, aber daran erinnert, dass die Insekten von vielbeinigen Vorfahren, welche nur bei den Myriopoden zu suchen sind, abstammen. Betreffs der Doppelsegmentierung und der vermutlichen Reste der Complementärsegmente am Embryo wolle man S. 123 nachsehen.

Die eben an einigen entwickelten Insekten und an einem Embryo geschilderte Segmentierung bildet eine gesetzmässige Grundlage für den Körperbau aller Insekten, mit Ausnahme der Poduriden, welche einen nur aus 6 bis 9 Segmenten bestehenden Rumpf besitzen.

Steigen wir hinab zu der Stufe der Myriopodenform, wo die Segmentierung des Körpers noch die elementare Anlage aufweist, die nur in Spuren oder geringen Ueberbleibseln bei den Insekten zu finden ist, so überzeugen wir uns bald, dass die Segmentbildung der Insekten direkt aus derjenigen der Myriopoden herzuleiten ist. Die Ursegmentenpaare zeigen uns in guter Ausbildung bereits die Skutigeriden, Diplopoden und Skolopendrellen. Auch die Lithobien scheinen sich darauf vorbereiten zu wollen. Aber die Zahl der Segmentenpaare aller dieser Myriopoden stimmt nicht mit der gleichmässigen Zahl von 13 oder 14 Ringen, welche den Rumpf der Insekten ausmachen. Nur die Skolopendriden kommen, wie schon oben erwähnt, in der Zahl der Ursegmentenpaare, ebenso wie in der Zahl der Stigmenpaare, mit den Insekten überein.

Wenn wir nun bedenken, dass aus dem 21- oder 23-gliedrigen Rumpfe des Skolopenders durch paarweise Verschmelzung der Ursegmente und Unterdrückung oder Verwachsung vorderer Bauchhalbringe und Einziehung der Endsegmente der, von der Bauchseite gesehen, nur aus 8 oder 9 äusseren Ringen bestehende Rumpf vieler Käfer geworden ist, so kommen wir zu der Ueberzeugung, dass infolge dieser scheinbaren Vereinfachung des Körperbaues, die von einer verschiedenartigen Ausrüstung einzelner Segmente (mit längeren, verschieden gestalteten Beinen und Flügeln) begleitet wird, die Leistungsfähigkeit des Insektenkörpers gegenüber dem Myriopodenkörper in manchen Beziehungen erhöht ist, und die morphologische Ausbildung des ersteren also einen gewissen Grad von Vollkommenheit erreicht hat, die dem von uns S. 15 und 105—107 geschilderten Insektentypus im Gegensatze zu den tiefer stehenden Organismen desselben Tierkreises entspricht.

---

d. Der Kopf.

Indem wir zu der Schilderung der einzelnen Körperabschnitte übergehen, beginnen wir mit dem Kopfe. Dieser bildet, da er die Orientierungswerkzeuge, nämlich die Augen und die Fühler trägt, wie bei allen echt bilateral-symmetrischen Tieren, ausnahmslos den vorderen Körperteil.

Die ursprüngliche Zusammensetzung des Kopfes aus Ursegmenten.

Es ist dem Kopfe eines Insekts nicht unmittelbar anzusehen, dass er anfangs, nämlich am Embryo (Fig. 57), aus einigen hintereinander liegenden Segmenten besteht, die denen der Brust und des Hinterleibes gleichen; vielmehr erscheint er als eine in sich abgeschlossene Kapsel, der die Mundteile und die Fühler paarweise anhängen. Aber das erste, schon am Embryo grösste Ursegment hat auch an der Larve und am entwickelten Insekt den grössten Anteil an der Bildung des Kopfes. Die auf das erste folgenden Ursegmente sind mit jenem und untereinander teils verschmolzen, teils sind sie geschwunden.

Die Verwachsung der Kopfsegmente geht nun in der Weise vor sich, dass sich dem vorderen Segmente, welches die Oberlippe, die Fühler, die Augen und das Gehirn enthält, die folgenden Ursegmente, von denen jedes ein Paar Anhänge trägt, dicht anschliessen. Am Embryo z. B. an demjenigen einer Wasserjungfer, *Calopteryx virgo* (Fig. 58, umstehend) sehen wir, dass die vier Ursegmente des Kopfes (1, 2, 3 u. 4) noch teilweise unterscheidbar hintereinander liegen. Bei der jungen Larve einer anderen Wasserjungfernart *(Cordulia)* ist die gesonderte Aufeinanderfolge der Anhänge der auf den Vorderkopf folgenden drei Ursegmente zwar noch sehr deutlich, aber die Ursegmente

selbst sind mit dem Vorderkopfe teilweise dicht verschmolzen; nur das letzte Ursegment ist noch erkennbar. (Fig. 59, sg 5.)

An einem ausgebildeten Insekt ist die Verbindung der hinteren Ursegmente mit dem eigentlichen Kopfsegment eine so innige,

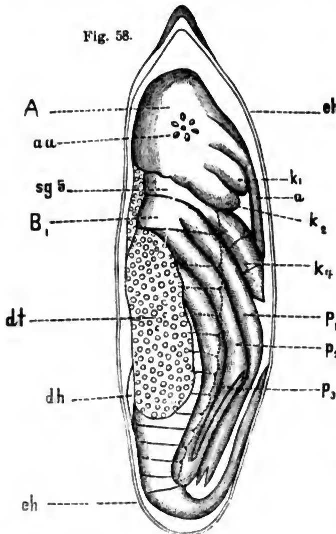


Fig. 58. Embryo einer Wasserjungfer. *Calopteryx virgo.* Nach A. Brandt.
A, der Vorderkopf;
au, Anlage der Augen;
a, Fühler;
k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer;
k_4, Unterlippe;
sg 5, Segment der Unterlippe;
B_1, erstes Brustsegment;
p_1, ein vorderes Bein;
p_2, ein mittleres Bein;
p_3, ein hinteres Bein;
dt, Dotter; eh, Eihaut;
dh, Dotterhaut.

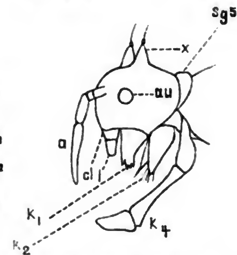


Fig. 59. Kopf einer 1 Tag alten Libellenlarve. *(Cordulia metallica.)* Orig.
a, Fühler; au, Auge; x, eigentümliche Höcker auf dem Scheitel;
cl, Kopfschild; l, Oberlippe;
k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer;
k_3, Zunge; k_4, Unterlippe;
sg5, Segment der Unterlippe.

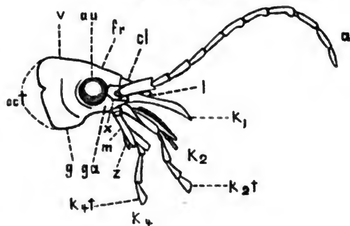


Fig. 60. Kopf eines Laufkäfers, *Carabus hortensis L.*, von der Seite gesehen.
Die sonst, wie in Fig. 56, dicht zusammengedrängten Kiefernpaare sind hier zu dem Zwecke voneinander gebogen, um die elementare Bildung der Mundteile zu zeigen. Orig. —
a, Antenne; au, Seitenauge;
l, Oberlippe; cl, Kopfschild;
fr, Stirn; v, Scheitel; oct, Hinterkopf; g, Kehle; ga, Wange;
k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer;
k_2t, Taster desselben; k_4, Unterlippe; k_4t, ein Taster derselben;
m, Kinn; z, Zahn in der Mitte des Vorderrandes des Kinnes.

dass die ursprüngliche Mehrteiligkeit des Kopfes fast spurlos verschwunden scheint. Bringen wir z. B. am Kopfe eines *Carabus* (Fig. 60) die dicht anliegenden drei Kiefernpaare voneinander, so dass sie gesondert erscheinen, so ist die Aufeinanderfolge derselben ebenso gut

zu erkennen, wie bei der jungen Libellenlarve; aber sie sind so nach vorn und fast unter das ursprüngliche erste (vorderste) Ursegment, welches die Fühler (a) und die Augen (au) trägt, gerückt, dass die Lage der nur noch durch die Anhänge angezeigten Ursegmente von der ursprünglichen beim Embryo ganz abweicht.

Weniger hoch entwickelte Insekten zeigen in manchen Fällen, auf die Verwachsung der Ursegmente hindeutende Nahtlinien. Wir haben das bei einer grösseren Zahl von Orthopteren gefunden und versuchen es in der beigefügten Abbildung (Fig. 61) an dem Kopfe der gewöhnlichen grünen Laubheuschrecke, *Locusta viridissima*, zur Anschauung zu bringen. Jeder kann sich in natura von diesen Verhältnissen leicht überzeugen. Das vorderste Kopfsegment ist mit dem zweiten, welches die Oberkiefer trägt, innig verschmolzen (sg 1 + 2). Auch das folgende und das letzte Ursegment sind freilich mit dem Kopfe dicht verwachsen, aber durch die Nahtlinien deutlich zu unterscheiden; jenes trägt die Unterkiefer (k_2), dieses die Unterlippe (k_4).

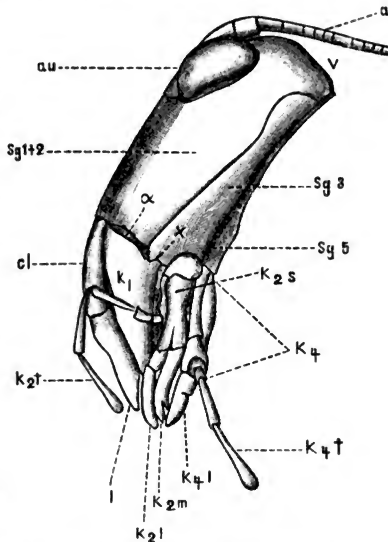


Fig. 61. Kopf der grossen Laubheuschrecke, *Locusta viridissima L.* von der Seite gesehen. Orig.
sg 1+2, die zwei vorderen verwachsenen Ursegmente mit den Augen au, den Fühlern a, dem Kopfschilde cl, der Oberlippe l und den Oberkiefern k_1; v, der Scheitel; *α*, die Verbindung der Oberkiefer mit dem Kopfsegment; x, eine gelenkartige Führung ohne Verbindung mit sg 3.
sg 3, das die Unterkiefer k_2 tragende Ursegment; k_2t, einer der beiden Taster der Unterkiefer; k_2m, die Kieferlade; k_2l, der äussere Lobus der Unterkiefer; k_2s, der Stamm der Unterkiefer.
sg 5, das die Unterlippe k_4 tragende Ursegment; k_4t, einer der beiden Lippentaster; k_4l, der äussere Lobus der Unterlippe.

Bei den Larven der Schwimmkäfer (*Dytiscus*) ist der hinterste, halsförmig verengte Abschnitt des Kopfes durch eine deutliche Naht abgegrenzt und anscheinend als das Ursegment anzusehen, welches zu der nach vorn vorgeschobenen Unterlippe gehört.

Zwischen dem dritten, die Unterkiefer tragenden Ursegment und dem letzten oder dem Ursegment der Unterlippe müsste die Spur eines nicht leicht nachweisbaren Ursegments zu finden sein, zu welchem die später eingehend zu besprechende Zunge oder Innenlippe gehört. In der beistehenden Fig. 62 stellt k_3 den Anhang dieses nach unserer blossen Annahme vollständig unterdrückten 4. Ursegments, also das zu einem zungenförmigen Körper verwachsene 3. Kiefernpaar dar, welches bei *Hemimerus* noch gegliederte Taster trägt und einer Unterlippe gleicht. Dieses Organ ist bei den bisher untersuchten Embryonen selbst nicht in elementarer Form gesehen, während doch die zu Mandibeln, Maxillen und zur Unterlippe sich ausbildenden Anhänge in den meisten Fällen deutlich angelegt sind (Fig. 57 u. 58). Es giebt aber in letzterer Beziehung Ausnahmen.

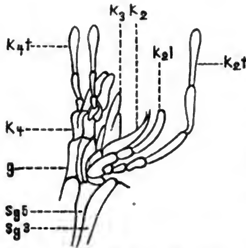


Fig. 62. Die hinteren Kiefernpaare einer Laubheuschrecke, *Locusta*. Orig.
k_2, Lade der Unterkiefer; k_2l, der zweigliedrige Lobus der Unterkiefer; k_2t, Taster der letzteren; k_3, Innenlippe oder Zunge; k_4, Unterlippe; k_4t, Taster derselben; g, Kehle; sg 3, Segment der Unterkiefer; sg5, Segment der Unterlippe.

Obgleich nämlich jene Kiefernpaare beim Embryo und der Larve gewöhnlich gut unterschieden sind, so kann dennoch das eine oder andere derselben in den früheren Entwicklungsstadien vollständig fehlen und erst bei der Puppe zum Vorschein kommen und bei dem ausgebildeten Insekt entwickelt sein. Den Larven der Schlammfliegen, *Eristalis,* fehlen die Mundteile (Mundhaken) (Brauer, Die Zweiflügler des k. k. Museums zu Wien); bei den ausgebildeten Fliegen dieser Gattung sind aber die Unterkiefer nebst den Tastern, die als Stechborste auftretende Zunge und die Unterlippe vorhanden (Becher, Mundteile d. Dipteren. S. 29; Taf. 3, Fig. 23). Auch bei den übrigen Syrphiden, zu denen die oben genannte Gattung gehört, und bei den Eumyiden sind diese Mundteile im entwickelten Zustande vorhanden, obgleich die Larven je nach der Gattung nur zwei oder vier Mundhaken besitzen, welche den Mandibeln und Maxillen entsprechen, während die Unterlippe gänzlich fehlt. Die dem Embryo und der Larve der genannten Dipteren fehlenden Mundanhänge entwickeln sich erst während des Puppenzustandes.

Hieraus geht hervor, dass die Anhänge der Kopfsegmente nicht immer schon beim jungen Embryo, auch nicht einmal immer bei der Larve für unser Wahrnehmungsvermögen angelegt sind. Das Fehlen des die zukünftige Zunge vorstellenden Segmentanhangs beim Embryo spricht daher nicht gegen die Annahme, dass die Zunge ein selbständiger Segmentanhang sei. Indes muss es befremden, dass sich das zugehörige Ursegment am Embryo nicht findet; wir dürfen doch

nicht für eine Thatsache halten, was wir nicht gesehen haben und was durch die direkte Beobachtung sogar widerlegt wird. Es scheint aber der folgende bei Dipterenembryonen beobachtete Fall dafür zu sprechen, dass die kiefertragenden Ursegmente am Embryo fehlen oder sehr undeutlich sein können und dass dennoch am entwickelten Insekt zwei oder drei Kiefernpaare auftreten. Bei denjenigen Dipteren nämlich, deren Larven unentwickelte oder reduzierte Mundteile besitzen, weist der Kopfabschnitt des Embryo, wie die Untersuchungen von Herold und Weismann an *Musca* und *Calliphora* uns belehren, in der ganzen Reihe seiner Entwicklungsstadien keine oder nur eine vorübergehend schwach angedeutete Teilung in Ursegmente auf.

Da nun die Zunge, sofern sie als selbständiger Segmentanhang angesprochen wird, mindestens ein sehr reduzierter Anhang ist (ausser bei *Hemimerus*), so fällt die Unterdrückung des zugehörigen fraglichen Ursegments unter denselben Gesichtspunkt, wie die nicht erkennbaren und dennoch Anhänge produzierenden Ursegmente des Kopfes von *Musca* und *Calliphora*. Für die vergleichende Morphologie liegt hier noch ein weites, wenig bekanntes Feld offen.

Die Beziehungen zwischen den Ursegmenten des Kopfes und ihren Anhängen.

Wie wir sehen, ist der ursprünglich (Fig. 57) so elementare Kopf der Insekten durch Verschmelzung einiger hinterer Segmente (Kiefernsegmente) mit dem grösseren vordersten, dem eigentlichen Kopfsegment, zu einem vollendeten Kopfe geworden, welcher ausser den die hauptsächlichsten Sinne vermittelnden Organen (Augen, Fühler), in praktischer Vereinigung Werkzeuge zum Greifen, Halten, Zerkauen und Schlürfen enthält, so dass eine grobe Speise auf bequeme Weise für die Aufnahme in den Magen zubereitet werden kann (S. 101—102).

Es ist daher begreiflich, dass die Kiefer bei Raubinsekten, z. B. *Carabus* und *Calosoma* (Fig. 56), ihrem Zwecke entsprechend meist nach vorn gerückt erscheinen, während sie bei Pflanzenfressern, z. B. den Blattkäfern (Phytophaga) und vielen Bockkäfern (Longicornia) (Fig. 55) nach unten gerichtet sind.

Die hauptsächlichen Organe am Kopfe der Insekten sind: die Fühler, die Augen, die Oberlippe, die Oberkiefer, die Unterkiefer, die Zunge und die Unterlippe. Das Verhältnis dieser Organe zu den Ursegmenten des Kopfes ist in folgendem dargelegt:

1. Ursegment: Fühler, Augen, Oberlippe;
2. Ursegment: Oberkiefer oder Mandibeln (1. Kiefernpaar);
3. Ursegment: Unterkiefer oder Maxillen (2. Kiefernpaar);
[4. Ursegment: Zunge oder Innenlippe (3. Kiefernpaar, verwachsen);]
5. Ursegment: Unterlippe (4. Kiefernpaar, verwachsen).

Das erste Ursegment des Kopfes ist bei vielen Insekten als Vorderteil des Kopfes noch deutlich erkennbar, z. B. bei den meisten Orthopteren, Libellenlarven (Fig. 59), vielen Coleopteren u. a. Die Stirn ist in diesen Fällen abschüssig (Fig. 55), zuweilen sogar nach unten und schräg nach hinten gerichtet. Daher sehen auch die Kiefer nach unten und gleichen ventralen Anhängen. Solche Insekten werden als hypognathe bezeichnet. Sie stehen hinsichtlich der Kopfbildung auf einer dem ursprünglichen Zustande näher gerückten Stufe. Einen Gegensatz zu ihnen bilden die prognathen Insekten, bei denen die Stirn zurücktritt und mehr oder weniger horizontal erscheint, während die Oberkiefer nach vorn gerichtet sind, ebenso die hinteren Kiefer, z. B. bei Carabiden (Fig. 56).

Das zweite Ursegment des Kopfes mit den Mandibeln ist jenes Kopfstück, dessen Rückenteil (Tergit) durch den Scheitel, und dessen Seiten (Pleuren) durch die Schläfen gebildet wird. Es ist dies bei hypognathen Insekten besser als bei prognathen zu erkennen, weil bei diesen der Prognathismus eine Verschiebung der Teile der Kopfkapsel bewirkt hat. In Fig. 61 zeigt sg 1 + 2 die beiden ersten miteinander verschmolzenen Ursegmente an.

Das dritte Ursegment des Kopfes ist mit der aus den beiden ersten Ursegmenten gebildeten Kopfkapsel verschmolzen. Was als Hinterkopf bezeichnet wird, entspricht diesem Ursegmente. Bei den Heuschrecken (Locustidae, Acridiidae) erscheint der umgeschlagene Abschnitt hinten am Kopfe als dieses Ursegment (Fig. 61, sg 3); es ist von dem vorderen Kopfteil durch eine Naht getrennt. Bei anderen Insekten ist es aber nicht mehr unterscheidbar.

Das vierte Ursegment des Kopfes ist wohl durchweg ganz unterdrückt.

Auch das fünfte Ursegment des Kopfes scheint bei den meisten Insekten zum grössten Teile geschwunden zu sein. Bei *Locusta* (Fig. 61, sg 5) steht es noch als schmaler Streifen mit der Unterlippe deutlich in Verbindung. Bei anderen Insekten und manchen Larven ist die halsförmige Einschnürung als das mit der Kopfkapsel verwachsene hinterste Ursegment aufzufassen. Bei einer jungen Libellenlarve (Fig. 59, sg 5) ist der Rückenteil desselben deutlich und in Rudimenten auch bei den älteren Larven vorhanden. Was bei den Insekten als Kehle (gula) oder Unterkinn (submentum) bezeichnet wird, macht den Eindruck des Bauchschildes des hintersten Ursegments des Kopfes.

Die Teile der Kopfkapsel.

Mit der eben dargelegten Gliederung des Insektenkopfes steht die gebräuchliche Benennung der einzelnen Teile der Kopfkapsel in keinem direkten Zusammenhange; sie ist vielmehr grösstenteils der Benennung der Kopfgegenden der Wirbeltiere entlehnt.

Es werden demnach unterschieden: das Gesicht, facies; der Scheitel, vertex; das Hinterhaupt, occiput; die Wangen, genae, und die Kehle, gula.

1. Das Gesicht besteht aus der Stirn, frons, (fr in Fig. 60 u. 63) und dem Kopfschild, clypeus, (cl in Fig. 59, 60, 61 u. 63). Die Stirn ist die zwischen und unmittelbar vor den Augen gelegene Gegend am Vorderkopfe; sie ist flach oder gewölbt, zuweilen stark aufgetrieben oder im Gegenteil tief ausgehöhlt. Der Kopfschild ist eine meist kurze, hinten an die Stirn grenzende Platte, welcher vorn die Oberlippe ansitzt. Seine Grenze gegen die Stirn ist, obgleich er häufig durch eine tiefe Naht von derselben getrennt ist, zuweilen undeutlich, da er nicht selten mit der Stirn verschmilzt. Bei den prognathen Insekten, z. B. Carabiden (Fig. 56), ist das Gesicht nach oben gerichtet. Bei den hypognathen, z. B. Lamiiden (Fig. 55) und Orthopteren (Fig. 61), bildet die längliche Vorderseite des Kopfes das Gesicht. Zuweilen ist es (Fig. 75, S. 161) bei übertriebenem Hypognathismus nach hinten gerichtet.

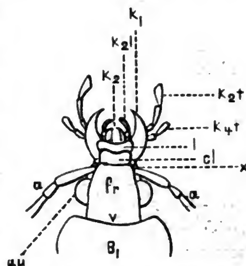


Fig. 63. Kopf eines Laufkäfers, *Carabus granulatus*, von oben gesehen. Orig. k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; k_2l, zweigliedrige äussere Lade der letzteren; k_2t, Taster der Unterkiefer; k_4t, Taster der Unterlippe; l, Oberlippe; cl, Kopfschild; x, oberer Rand der Wange, zugleich unterer Rand der Fühlergrube; a, Grundteil der Fühler; au, Augen; fr, Stirn; v, Scheitel; B_1, vorderes Stück der Vorderbrust.

2. Der Scheitel nimmt den hinteren Teil der Kopfoberseite, von den Augen an gerechnet, ein (v in Fig. 60, 61 u. 63).

3. Das Hinterhaupt (oct in Fig. 60) umfasst den hinteren, zuweilen halsförmig abgegrenzten Teil des Kopfes. Es wird von dem Scheitel, den Schläfen und der Kehle begrenzt.

4. Die Wangen (ga in Fig. 60) bilden denjenigen Teil der beiden Kopfseiten, welcher sich von der Gegend des Hinterkopfes bis zur Mundgrenze, bezw. bis zum Grunde der Oberkiefer hinzieht und oben von den Seitenaugen und dem Seitenrande der Stirn begrenzt wird. Der vordere Abschnitt der Wangen wird „Zügel“, lora, genannt; der hintere, unter oder neben den Seitenaugen befindliche Abschnitt „Schläfen“, tempora.

5. Die Kehle (g in Fig. 60), auch Unterkinn und Hypostom genannt, ist die oft gut abgegrenzte und vorn das Kinn (m in Fig. 60) tragende Platte, welche bald flach, bald gewölbt erscheint. Oft ist die Kehle nur an der beiderseitigen Nahtlinie zu erkennen. In der Familie der Rüsselkäfer treten die beiden Nahtlinien infolge der Verschmälerung des Kehlstücks so nahe zusammen, dass sie gewöhnlich nur eine einzige mittlere Nahtlinie bilden. In der Gattung *Rhyn-*

chophorus sind die beiden Kehlnähte noch deutlich voneinander getrennt.

Wie bald ersichtlich, sind die genannten Teile der Kopfkapsel untereinander ganz ungleichwertig, auch gegeneinander nicht scharf abgegrenzt, mit Ausnahme des Kopfschildes und der Kehle, welche gewöhnlich, wie schon erwähnt, gut umschriebene Platten darstellen.

Beziehungen zwischen Kopfschild und Stirn.

Obgleich der Kopfschild und die Stirn bei vielen Insekten durch eine Naht deutlich voneinander getrennt sind, so findet doch bei sehr vielen Insekten eine innige Verschmelzung derselben statt. Die erstere Bildung ist jedenfalls die einfachere und ursprüngliche; sie ist durchgehends Regel bei den Orthopteren, Corrodentien und verwandten Gruppen, auch bei zahlreichen Coleopteren. Aber schon in der Gattung *Carabus* wird die Naht zwischen dem Kopfschilde und der Stirn bei manchen Arten undeutlich; die Grenze verschwindet bei den Lamellicorniern; doch giebt es in dieser Familie Gattungen, welche eine Spur von der Nahtlinie aufweisen. Wissenschaftlich bearbeitet ist dieses Kapitel in keiner Weise; nur zerstreute Angaben finden sich, und auch diese ohne Rücksicht auf die vergleichende Morphologie. Jedenfalls ist mit der Verwachsung von Kopfschild und Stirn oft eine höhere Organisationsstufe verbunden, z. B. bei den Lamellicorniern, deren Fühlerbau und Unterlippenbildung dasselbe andeuten. Die Larven dieser Familie zeigen die Trennung jener Teile sehr deutlich.

An den Vorderecken der Stirn, oberhalb der Fühlerwurzel, findet sich bei den Käfern nicht selten ein die letztere bedeckender lappenförmiger Vorsprung. Lacordaire nennt denselben „oreillette“ (Ohrläppchen) und hat ihn mit Erfolg bei der Kennzeichnung von Gruppen und Gattungen der Tenebrioniden verwendet. Bei den Copriden und Ateuchiden sind die Vorderecken der Stirn in Verbindung mit dem Clypeus schildförmig vorgezogen und halbkreisförmig. Die Zacken und Zähne am Vorderrande dieses halbkreisförmig erweiterten Kopfschildes sind für mehrere Gattungen, z. B. für *Ateuchus* (*Scarabaeus*), charakteristisch, während es in anderen Gattungen einfach ist. Unter diesem breit vorspringenden Kopfschilde liegen die Mandibeln und die übrigen Mundteile bei allen Angehörigen der Familie Copridae versteckt, während sie in einer anderen Mistkäferfamilie, Geotrupidae, deren Kopfschild nicht vorspringt, frei vorragen. Freilich stehen in diesen Familien schwächliche Mandibeln und ein grosser Kopfschild grossen, kräftigen Mandibeln und einem kleinen Kopfschilde gegenüber.

Die Scheitelnaht.

In einigen Coleopterengruppen finden wir auf der Oberseite des Kopfes eine die Mitte des Scheitels durchziehende und oft bis zur Stirn reichende vertiefte Längslinie. Das ist recht deutlich bei den Bockkäfern, Cerambycidae, der Fall. Die vertiefte, oft furchenartige Längslinie entspricht einem leistenartigen Vorsprunge an der Innenseite der Schädeldecke und dient kräftigen Muskelbündeln als Ansatzstelle. Bei den Lamellicorniern, Carabiden u. a. ist keine Spur von einer solchen Furche oder von einem inneren leistenförmigen Vorsprunge zu sehen.

Andererseits findet sich eine mittlere Längsnaht auf dem Scheitel mancher auf einer niedrigen Organisationsstufe stehenden Insekten, z. B. Psociden und Termiten. In jener Abteilung durchzieht eine dunkle Nahtlinie den Scheitel vom Hinterrande des Kopfes bis zur Stirn, spaltet sich hier gabelförmig, so dass je ein Gabelast vor den Augen bis zum äusseren Mundwinkel, wo die Mandibeln angefügt sind, hinzieht; das auf dem Vorderkopfe gebildete Dreieck enthält den mittleren und vorderen Teil der Stirn.

Das ist ebenso bei den Termiten der Fall und von Hagen beschrieben. „Eine Längsnaht, die sich auf dem Scheitel Y-förmig spaltet und die Schenkel zu den Augen sendet, teilt den Kopf oben in drei fast gleiche Teile; oft ist diese Naht undeutlich.“ (Monogr. d. Termiten. — Linnaea Entom. Bd. 12. 1858. S. 4.)

Diese Scheitelnaht findet sich nun ausserdem bei manchen Larven höherer Insektenordnungen, z. B. der Coleopteren und Lepidopteren, in ganz gleicher Bildung. Durch einen leichten Druck liess sich der Scheitel einer grossen *Rhynchophorus*-Larve, welche längere Zeit in Alkohol gelegen hatte, im Verlaufe der Scheitelnaht spalten. An dem Spalt findet sich eine nach innen vorspringende Chitinleiste, an welche Muskeln befestigt sind.

Ohne Zweifel ist die oben erwähnte Scheitelfurche der Longicornier dieser Scheitelnaht homolog.

Die Oberseite des Kopfes wird durch die Scheitelnaht in drei Teile geteilt, einen vorderen und zwei seitliche. Der vordere Teil stellt einen dreieckigen, mit der Spitze nach hinten gerichteten Ausschnitt der als Stirn bezeichneten Kopfgegend dar, dem sich vorn der Kopfschild mit der Oberlippe anschliesst. Die beiden seitlichen Teile, welche die Seitenaugen tragen, enthalten die Kopfseiten und die Hälfte des Scheitels nebst einem, innen die Seitenaugen begrenzenden Stücke der Stirngegend. Die Fühler liegen auf der Grenze der vorderen Nahtlinien, und es ist oft nicht mit Sicherheit zu unterscheiden, ob sie dem vorderen Kopfteile oder den seitlichen angehören; doch scheint das erstere der Fall zu sein, was bei den Larven von *Oryctes* sehr deutlich zu sehen ist. Die morphologische Betrachtung der Kopfteile wird durch die besprochene Scheitelnaht sicher beeinflusst werden.

Mitteilungen über diese Nahtlinie liegen nicht vor. Um letztere zu deuten, sind Untersuchungen am Embryo nöthig.

Eine dorsale mittlere Längsnaht findet sich auch oft auf den Segmenten des Rumpfes. Der Rückenschild des Prothorax eines *Carabus* lässt sich in dem Verlaufe der mittleren Längsfurche ebenso leicht durch Druck spalten, wie der Scheitel der oben erwähnten Larve. Der Spalt zeigt einen glatten Querschnitt.

Da sich die auf der Rückenseite offene Leibeshülle des unentwickelten Embryo im Verlaufe seines Wachstums schliesst, so halten wir dafür, dass die dorsale Längsnaht, die bei Larven und niedrig stehenden Insekten in vielen Fällen sehr deutlich ist, auf die ursprüngliche Verbindungsnaht zurückzuführen ist, welche bei der Schliessung der Leibeshülle auf dem Rücken des Embryo entsteht.

Das Stirngrübchen der Termiten.

Ein eigentümliches Organ findet sich auf der Mitte der Stirn bei den Termiten, welches bald als ein kleines, durch eine dünne Haut geschlossenes Loch in der Ebene der Stirn, bald als ein kurzes Horn erscheint. Es liegt auf dem Gabelpunkte der mittleren Scheitelnaht, also in dem Punkte, wo die drei mehr oder weniger deutlichen Nähte sich vereinigen, und wird von Prof. Hagen, wie folgt, beschrieben. „Die beiden seitlichen Nebenaugen sind quer über den Kopf durch einen mehr oder minder deutlich erhöhten Wall verbunden. Oberhalb desselben fällt der Scheitel meist etwas ein, mitunter trichterartig. In der Mitte dieses Trichters findet sich eine Fontanelle, meist als kleines rundes Loch (das bei Arten mit gewölbtem Schädel schwer zu sehen ist, wohl aber schwerlich ganz fehlt), mitunter so gross als die seitlichen Augen, in welchem Falle die innere Haut uhrglasförmig vorquellen kann. Nicht selten erhebt sich rings um die Fontanelle etwas die Kopfhaut und bildet eine kurze, mit einer blassen Membran geschlossene Röhre, das punctum prominulum der Beschreibungen. Es ist übrigens jene Fontanelle wohl nur die äussere Oeffnung, aus welcher das Sekret der grossen, dicht unter dem Scheitel gelegenen drüsenartigen Blase abfliesst, und das punctum prominulum in verkleinertem Masse dasselbe, wie die Nase vieler Soldaten und jener spitzköpfigen Tiere, die ich Nasuti nenne.“ (Monogr. d. Termiten. — Linnaea Entom. 12. Bd. 1858. S. 5.)

Die Form des Kopfes. — Der rüsselförmig verlängerte Vorderkopf mancher Coleopteren und Neuropteren.

Die Form des Kopfes ist meist rundlich und nach vorn oder unten verengt, sich der Form eines Dreiecks nähernd. Er hat aber je nach der Art oder Gattung eine andere Gestalt. Auch langgestreckte, parallelseitige und eckige Formen kommen vor. Bei zahlreichen Käfern

ist der vor den Augen liegende Kopfteil rüsselförmig nach vorn oder unten verlängert und zuweilen länger als das ganze Tier. An der Spitze dieses Rüssels befinden sich die Mundteile. Eine solche Kopfform ist charakteristisch für die artenreiche Abteilung der Rhynchophoren oder Rüsselkäfer (Fig. 64), ferner bei einigen Gattungen (*Lycus, Dictyopterus* und *Porrostoma*) der Lyciden, einer Familie der Malacodermaten; in mehreren Gattungen der Pythiden (*Salpingus, Rhinosimus, Mycterus* u. a.), einer Familie der Heteromeren; und bei einigen Longicorniern, nämlich *Rhinophthalmus* unter den Lepturiden; bei den Uracanthiden und Rhinotragiden. Die Ordnung der Neuropteren (im alten Sinne) enthält Insekten mit rüsselartig ausgezogenem Vorderkopfe in der Familie der Panorpiden, wo diese Bildung fast charakteristisch ist, da sie nur wenigen Gliedern derselben fehlt, z. B. der australischen Gattung *Chorista* Klg. (*Euphania* Westw.). Es ist gewiss bemerkenswert, dass die schnabellose Gattung gerade zu Australiens Fauna gehört; denn sie bildet ebenso eine niedere Stufe in der Organisation der Panorpiden, wie *Hatteria* unter den Reptilien und *Ornithorhynchus* nebst *Echidna* desselben Erdteils unter den Mammalien.



Fig. 64. Kopf eines Rhynchophoren (Rüsselkäfer). Schematisch. au, Seitenauge; a, Fühler; k_1, Oberkiefer; B, Vorderteil der Prothorax.

Was bei den zahlreichen saugenden Insekten als Rüssel bezeichnet wird, ist stets ein verlängerter Mundanhang, z. B. die Unterlippe oder die Unterkiefer, und wird später in diesem Buche behandelt werden.

Stirnfortsätze, Kopfhörner, Höcker usw.

Merkwürdig ist der bei den Leuchtzirpen (Fulgoridae) fast allgemein vorkommende, die Form einer hohen Mütze, eines Hornes oder langgezogenen Höckers zeigende Fortsatz vorn am Kopfe. Die grossen Laternenträger (*Fulgora*) Südamerikas sind durch die in Fig. 65 dargestellte grosse Hervorragung ausgezeichnet, die allen Arten der zu dieser sonderbaren Gattung gehörenden, ebenso grossen wie schönen und absonderlichen Leuchtzikaden zukommt, aber bei jeder Art etwas anders geformt ist. Dieser Fortsatz soll bei *Fulgora* nach verschiedenen Beobachtern Leuchtkraft besitzen, was von anderen bestritten wird. Der

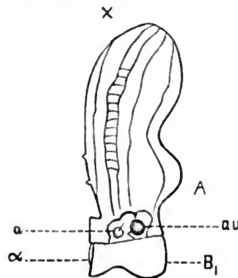


Fig. 65. Kopf mit der Vorderbrust eines Laternenträgers aus der Gattung *Fulgora*; natürl. Grösse und von der Seite gesehen. Orig. A, Kopf; x, der grosse Fortsatz desselben; au, ein Auge; a, ein Fühler; α, Mundteil; B_1, Vorderbrust.

Kopffortsatz anderer Fulgoriden hat die Form eines nach vorn gerichteten Hornes, welches bei einigen Arten mit vielen Sägezähnen bewehrt ist. Eine in Surinam lebende, gleichfalls grosse Art wurde deswegen von Fabricius, der sie zu *Fulgora* stellte, *serrata*, d. i. die mit einer Säge versehene Leuchtzirpe, genannt; das Horn ist so lang wie der ganze Körper und besitzt an den Seiten und unten Längsreihen grosser Sägezähne. Auch *Pyrops servillei* Spin. von Borneo hat ein durch Längsreihen kleinerer Zähne ober- und unterseits ausgezeichnetes Kopfhorn. Bei der Mehrzahl der Arten ist dieses Horn einfach, und zwar entweder ganz nach vorn vorgestreckt und gerade, z. B. bei den *Pyrops*-Arten Afrikas und Indiens, oder nach oben gebogen, nämlich bei der nahe verwandten Gattung *Hotinus* Indiens, des indischen Archipels und Chinas. Bei *Hotinus candelarius* L., dem sogenannten chinesischen Laternenträger, ist das dünne Horn fast so lang wie der Körper. Ein langes Kopfhorn zeichnet auch den *Eurystheus obscuratus* F. Neuhollands aus. Den nahe verwandten Gattungen *Omalocephalus* (Afrika, Indien) und *Aphana* (Indien) fehlt das Kopfhorn, nur bei einigen *Omalocephala*-Arten, z. B. *festiva* Spin. von Tranquebar und *haemorrhoidalis* Ol. Südostafrikas ist der Kopf vorn dreieckig vorgezogen. Das Horn von *Pyrgoteles siccus* Gerst. Ostafrikas ist, wie bei *Hotinus*, aufgebogen, und nur verkürzt; wie jene Art sich an diese Gattung anschliesst, so die kleine geradhörnige *Pyrilla protuberans* Stål (Java) an *Pyrops*. Ein oft sehr merkwürdig geformtes Kopfhorn findet sich bei den in der Verwandtschaft zunächst stehenden grossen und mittelgrossen Arten von *Phrictus, Odontoptera, Enchophora* und *Diareusa* des tropischen Amerika. Der Gattung *Poiocera* u. a. Amerikas ist das Kopfhorn fremd, obgleich sie mit den vorerwähnten Gattungen durchaus nahe verwandt ist. Sogar bei zahlreichen kleinen Arten anderer Gattungen tritt das Kopfhorn wieder auf und findet sich auch bei europäischen Arten, z. B. bei *Dictyophora europaea* (Deutschland), (dem sog. europäischen Laternenträger), während es anderen in unserem Lande vorkommenden, durchweg kleinen Fulgoriden (*Cixius, Delphax* u. a.) fehlt.

Ein ähnliches Kopfhorn ist in den allermeisten Fällen nur ein Kennzeichen des männlichen Geschlechts mancher Käferarten, z. B. der Abteilung der Lamellicornier. Bei uns finden wir in erster Linie in dem Nashornkäfer, *Oryctes nasicornis*, ein ausgezeichnetes und sehr bekanntes Beispiel dieser Hornbildung. Das Horn erhebt sich auf der Stirn, ist aufgerichtet, ein wenig nach hinten gekrümmt und hat die Form des Hornes eines Rhinozeros. Aehnlich ist das Kopfhorn bei zahlreichen Verwandten der genannten Art. Manche Arten besitzen ein sehr langes und gabelförmig geteiltes Horn. Auch zwei nebeneinander stehende Hörner kommen vor. In der Familie der Cetoniiden giebt es ebenfalls Gattungen, deren Arten im männlichen Geschlecht durch ein Kopfhorn ausgezeichnet sind, z. B. *Goliathus* und *Ceratorrhina* (Umkehrung von Rhinozeros, Nashorn

weil der Käfer ein Horn vorn auf dem Kopfe trägt); ferner noch in anderen Familien der Käfer, z. B. bei den Tenebrioniden (*Cryphaeus, Toxicum*), Staphyliniden (*Bledius, Piestus*), Carabiden (*Ditomus*).

Beweglich ist merkwürdigerweise das Kopfhorn beim Männchen des *Odontaeus mobilicornis*, eines kleinen deutschen Mistkäfers. Erichson sagt darüber in der „Naturgeschichte der Insekten Deutschlands, Die Käfer" Bd. 3, S. 742: „Diese Beweglichkeit wird durch seine Einfügung bedingt. Es ist nämlich auf einer häutigen Stelle am Vorderrande der Stirn, unmittelbar an der Nahtlinie des Kopfschildes, mit einer meisselförmig zusammengedrückten Wurzel eingelenkt, und auf diese Weise, indem es aufgerichtet, auch wohl etwas nach vorn geneigt und zurückgelehnt, nicht aber seitlich gebeugt werden kann, einer zwar eingeschränkten, aber um so auffallenderen, willkürlichen Bewegung fähig, als in allen übrigen bekannten Fällen die Kopfhörner der Insekten unmittelbare Fortsätze der Stirnschale, und als solche unbeweglich sind."

Eine ähnliche Bewaffnung des Kopfes, wie bei den genannten Homopteren und Coleopteren, stellt das nach vorn gerichtete, wie eine spitze Nase erscheinende Kopfhorn mancher Soldaten unter den Termiten dar. Der Kopf solcher Termitensoldaten ist bedeutend vergrössert, der Hinterkopf kugelig aufgetrieben und vorn in eine lange, den Mund überragende spitze Nase ausgezogen. Vergl. S. 140.

Gipfelartig ragt der zwischen dem Grunde der Fühler befindliche Teil des Kopfes bei einer Anzahl Feldheuschrecken, Acridiiden, z. B. bei *Truxalis*, *Proscopia*, *Xiphocera*, und einigen Laubheuschrecken, Locustiden, z. B. *Conocephalus* und *Copiophora* vor. Eine geringe Erhebung zeigt dieser Kopfteil in vielen anderen Gattungen.

Ein kleiner, oft sehr undeutlicher Höcker findet sich auf derKopfoberseite mancher Lamellicornier an der Stelle des Hornes anderer Gattungen, z. B. in den Gattungen *Geotrupes*, *Aphodius*, dessen Entwicklung für die einzelnen Arten oft charakteristisch ist.

Eigentümliche warzenförmige Höcker finden sich zu zweien auf dem Scheitel der Phryganeiden (Trichopteren). Diese kleinen Höcker (Fig. 66, x) sind sehr

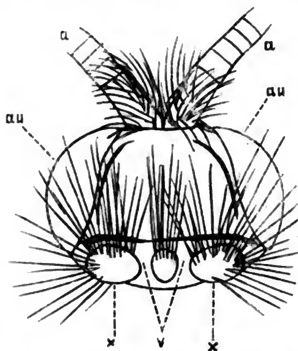


Fig. 66. Kopf eines Trichopterons, *Orthotrichia tetensi* Kolbe, von oben gesehen. Stark vergrössert. Orig.
a, Grundteil der Fühler;
au, Seitenaugen;
v, Scheitel mit den beiden Scheitelhöckern x und der zwischen diesen befindlichen mittleren Erhebung.

verschieden geformt und für viele Arten charakteristisch. Sie sind oft nur sehr schwach und niedrig (*Anabolia*), zuweilen kegelförmig mit gerundetem Gipfel (*Orthotrichia*), immer aber am Grunde gegen die Unterlage gut umgrenzt. Strahlenförmig meist nach vorn und seitwärts gerichtete Borsten bekleiden oft diese Scheitelhöcker.

Merkwürdig sind auch die mit einem kleinen Gliede und einer diesem aufsitzenden Borste gekrönten Scheitelhöcker der jungen Larven einiger Libellenarten (*Cordulia*). Vergl. Fig. 59 x, S. 132. Bei älteren Larven wird der Höcker sehr klein, ausser bei der Larve von *Epitheca bimaculata*. Auch die Borste verliert sich mit dem Wachstum.

Verbindung des Kopfes mit dem Brustabschnitt.

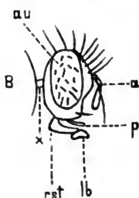


Fig. 67. Kopf einer Fliege, *Tachina*. Nach Macquart. au, das eine der beiden grossen Seitenaugen; a, Fühler; p, Kiefertaster; rst, rüsselförmige Unterlippe; lb, Endlippe derselben; x, stielförmige Verbindung des Kopfes mit dem Thorax B.

Der Kopf hat mit dem vorderen Brustringe entweder eine breitflächige oder eine sehr dünne, halsförmige Verbindung; jenes ist der Fall bei den Orthopteren, den allermeisten Coleopteren (Fig. 55), den Larven usw., dieses (Fig. 67) bei den Dipteren, Odonaten, Mantiden. Bei den Dipteren und Odonaten lässt sich der Kopf aus diesem Grunde z. T. um seine Axe drehen. Zwischen den beiden Abteilungen giebt es Zwischenstufen.

Wenn der Kopf mit seiner ganzen hinteren Breite dem Thorax angewachsen ist, so ist er diesem vorn gleichsam nur aufgesetzt, z. B. bei vielen Orthopteren und Hemipteren, oder in den ersten Brustring z. T. eingesenkt, z. B. bei den Zikaden und den meisten Coleopteren. Unter den letzteren giebt es Arten, deren Kopf bis an die Augen im ersten Brustring steckt, namentlich bei den Bockkäfern (Cerambyciden) und Rüsselkäfern (Curculioniden).

Die Vergleichung lehrt, dass der Kopf namentlich bei denjenigen Insekten von dem Brustabschnitt geschieden und nur durch einen stielförmigen Hals von letzterem getrennt ist, bei denen die Brustringe zu einem in sich abgeschlossenen kompakten Körperabschnitt eng verbunden sind. Wenn der kleine Vorderbrustring dem grösseren Mittelbrustringe dicht angeschlossen ist, so muss notwendig der Kopf frei bleiben. Bei den Trichopteren sind der Kopf und alle Thoraxringe frei.

Die freie Beweglichkeit des Kopfes der mit einem konzentrierten Thorax versehenen Insekten hängt auch mit der Lebensweise derselben zusammen. Denn die in solcher Weise organisierten Insekten führen gewöhnlich ein bewegtes Leben, weil der in sich abgeschlossene Thorax sich mit einer ausgezeichneten Flugfähigkeit verbindet (vergl. S. 101). Die Beweglichkeit des Insekts im Raume erfordert aber auch eine möglichst allseitige Beweglichkeit des Kopfes, damit es schnell,

augenblicklich und jederzeit die Umgebung des Ortes, den es durchfliegt, allseitig zu mustern im stande sei. Wir werden später sehen, dass zur Sicherung dieses Zweckes die oft grossen und halbkugeligen Augen noch obendrein enorm entwickelt und dass gerade bei solchen Insekten Stirnaugen Regel sind.

Auch bei Mantis, einer Gattung der Gottesanbeterinnen, sitzt der Kopf frei und allseitig beweglich dem Prothorax auf, obgleich diese Insekten unbeweglich zwischen dem Blattwerk oder Blütenständen niederer Pflanzen sitzen und anderen Insekten auflauern, die ihnen zur Nahrung dienen. Sie bleiben regungslos. Man sieht sie auch nicht leicht, denn ihre grüne oder braune Färbung stimmt mit derjenigen der Umgebung überein. Sie bewegen nur den drehbaren Kopf, ohne den Körper zu rühren, und ergreifen plötzlich das nahende Beutetier mit ihren scharfzähnigen Fangarmen, den Vorderbeinen. Die Beweglichkeit des Kopfes dieser Insekten ist in Anbetracht ihrer Lebensweise also gleichfalls Notwendigkeit.

Steif und unbeweglich steckt der Kopf mehr oder weniger mit dem hinteren Teile im Prothorax bei jenen Insekten, die auf das Gehen, Laufen, Klettern, Hüpfen oder Springen angewiesen sind, wenn sie sich von einem Orte zum andern bewegen. Es scheint, als ob diese Lebensweise das Einziehen des Kopfes in den Prothorax beeinflusst hätte.

Sogar bei den Larven vieler Käfer wird der Hinterteil des Kopfes von der Vorderbrust aufgenommen; vor allen zeigen die in grosser Gemächlichkeit im Holze nagenden Larven der Cerambyciden und Buprestiden diese Eigentümlichkeit; aber nur sehr wenig, oder kaum, die behende, gleichfalls im Holze lebende Raupe des *Cossus ligniperda*.

Indes bietet die Einlenkung des Kopfes noch reichen, vielfältigen Stoff für vergleichend-morphologisch-biologische Untersuchungen.

Die Grösse des Kopfes im Verhältnis zum Rumpfe.

In der Grösse des Kopfes im Verhältnis zum übrigen Körper findet sich je nach der Gruppe, der Art und dem Geschlecht bei den Insekten grosse Mannigfaltigkeit. Die Grösse des Kopfes ist abhängig

1. von der Entwicklung der Mundteile;
2. von der Grösse der Augen;
3. von der Lebensweise und der Nahrung;
4. vom Geschlecht.

Ein grosser Kopf ist durchweg den mit gut ausgebildeten beissenden Mundteilen versehenen Insekten eigen, z. B. den schrecken- und grillenartigen Insekten (Orthopteren) und den meisten Käfern. Wenn die Mundteile schwach entwickelt sind, z. B. unter den Käfern bei den von flüssigen, weichen oder faulen Stoffen in aller Ruhe sich nährenden Blatthornkäfern (Lamellicornia) und Schatten-

käfern (Tenebrionidae), so ist auch der Kopf im Verhältnis zur Brust und zum Hinterleibe klein. Anderseits ist der Kopf der räuberischen Insekten, z. B. der Cicindeliden und Carabiden, und der im Holze nagenden Käfer (Cerambycidae) gross. Das steht in jedem Falle mit der Grösse und der kräftigen Entwicklung der Mandibeln in Beziehung, welche samt ihren für eine erfolgreiche Thätigkeit notwendigen Muskeln einen genügend grossen Raum beanspruchen.

Die Grösse der Augen begünstigt gleichfalls an sich diejenige des Kopfes, sofern sie selbst eine bedeutende Ausbildung besitzen. Sie nehmen oft die ganzen Kopfhälften ein, und die dann ebenfalls grossen Sehnervenstämme fordern auch Raum zur Unterkunft. Daher finden wir nicht nur bei den Libellen, deren räuberisches Wesen mit einem grossen Kopfe und grossen Augen harmoniert, eben diese letzteren ausserordentlich entwickelt, sondern auch bei den Dipteren und Lepidopteren, die ob ihrer meist schwach entwickelten, saugenden Mundteile nur einen kleinen Kopf erfordern könnten, dennoch einen verhältnismässig grossen, weil der für ihre Lebensweise notwendige umfangreiche Sehapparat Raum benötigt.

Eigentümlicher Weise sind in einigen Käfergruppen die Oberkiefer und mit ihnen der ganze Kopf beim männlichen Geschlecht viel grösser als beim weiblichen. Wir erinnern zunächst an die Hirschkäfer, Lucanidae. Diese Ungleichheit hängt weder mit der Ernährung noch mit der Grösse der Augen zusammen. Da aber, soweit es uns scheint, der grosse Kopf niemals ohne die mächtigeren Oberkiefer vorkommt, so ist die Grösse des ersteren wohl nur von der übermässigen Entwicklung der letzteren abhängig. Und die grossen, zackigen Oberkiefer, so berichten die Beobachter, dienen den männlichen Hirschkäfern als Waffen im Kampfe mit ihresgleichen, wenn ein solcher um den Besitz eines Weibchens ausgefochten werden soll. Wir finden deswegen nicht selten männliche Hirschkäfer mit tiefen Bisswunden (Löchern) am Kopf oder an der Brust, die sie bei solchen Kämpfen bekommen haben.

Der unvollständige Kopf vieler Dipterenlarven.

Alle Insekten und deren Larven haben gewöhnlich einen deutlichen Kopf, aber die Larven der Dipteren (Fliegen) sind entweder ganz kopflos und nur mit einer Mundöffnung am Kopfende oder mit einem mehr oder weniger entwickelten Kieferschädel oder mit einem vollkommen ausgebildeten Kopfe versehen. Nach Brauer ist der erste Segmentcomplex, auch wenn es als Kieferschädel oder Kieferkapsel zu bezeichnen ist, nur dann als wirklicher Kopf aufzufassen, wenn derselbe eine Kapsel darstellt, welche die ersten Knoten des Nervenstrangs einschliesst. Liegen diese hinter dem ersten Complex, so stellt der Kopf eine Kieferkapsel dar, welche nur die Muskeln und den Schlund enthält.

Die Larven der Cecidomyiden und der Tipuliden haben einen unvollständigen Kopf, in welchem das Nervensystem erst hinter der Kieferkapsel beginnt, während dasselbe bei den mit einem vollständigen Kopfe versehenen Larven der echten Mücken (Eucephalen) in einer wahren Kopfkapsel seinen Anfang nimmt. Auch bei den Larven der Stratiomyiden, Xylophagiden, Coenomyiden, Tabaniden, Leptiden und Acanthomeriden ist das obere Schlundganglion in der langen Kieferkapsel nicht eingeschlossen, sondern liegt erst hinter der Kapsel. Die Eucephalen sind die einzigen Dipteren, denen im Larvenzustande eine wirkliche Kopfkapsel zukommt. Vergl. Brauer, Die Zweiflügler d. kaiserl. Museums zu Wien. III. Systematische Studien auf Grundlage der Dipteren-Larven nebst einer Zusammenstellung von Beispielen aus der Litteratur über dieselben. (Denkschriften d. Akad. d. Wissensch. Wien. 47. Bd. 1883. Sep. 100 S.)

---

e. Die Augen.

An dem Kopfe der Insekten ziehen wir zunächst die Augen in den Kreis unserer Betrachtungen. Wie wichtig und wunderbar das Sehvermögen der Lebewesen überhaupt ist, darüber denken wir gewöhnlich, weil diese Thatsache zu alltäglich ist, wenig nach. Das Sehvermögen besteht in der Übertragung des von aussen aufgenommenen Eindrucks von Form und Färbung auf das innere Wahrnehmungscentrum. Der Eindruck wird durch die Augen vermittelt, in welchen dank ihrer physikalischen Beschaffenheit ein Bildchen von dem vor denselben befindlichen Gegenstande entsteht. Dieses wird vermittelst des Sehnervs durch die Gehirnfunktion erfasst und zum Bewusstsein gebracht. Es kommt vor, dass mit offnen Augen nicht gesehen wird, weil etwa in diesem Falle die geistige Beschäftigung auf einen Gegenstand der inneren Vorstellung gerichtet ist, infolgedessen die Anwesenheit des von den Augen aufgenommenen Bildchens von dem centralen Organe des Sehvermögens nicht bemerkt wird.

Die komplizierte innere Einrichtung der Insektenaugen wird weiter unten in dem Kapitel über die Anatomie der Augen behandelt. In dem gegenwärtigen Kapitel beschäftigen wir uns mit der äusseren Bildung der Insektenaugen. Erst später wird auch von der Art des Sehens und von Sehexperimenten die Rede sein.

Nur streifen wollen wir noch eben die von einigen Naturforschern vorgetragene Lehre, dass das Auge nicht nur für Gesichtswahrnehmungen diene, sondern auch als Leitungsorgan, durch welches Licht in den Körper gelange. Durch Augen und Haut strömt Licht in den Körper ein, und es wird von dem letzteren umsomehr Kohlensäure ausgeschieden, je mehr Licht durch Augen und Haut auf-

genommen wird. Vergl. Jacob Moleschott, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Menge der vom Tierkörper ausgeschiedenen Kohlensäure. (Canstatts Jahresbericht über die Fortschritte der gesamten Medizin in allen Ländern im Jahre 1855. Würzburg, 1856. Bd. I. S. 99 usw.)

Nach James Dewar und Mac Kendrik bringt das durch die Augen einfliessende Licht bedeutende elektro-motorische Wirkungen hervor. (L'action physiologique de la lumière. In der Revue scientifique. 2. sér. V. année. Paris 1875—1876. S. 516 usw.) Vergl. ferner Eduard Reich, Beiträge zur Anthropologie und Psychologie. Braunschweig, 1877. S. 100—101.

Die Art der etwaigen Wirkungen dieser chemischen und physikalischen Vorgänge bei den Insekten ist noch eine offene Frage.

Die Augen der Insekten befinden sich am vordersten Körperteile, am Kopfe (Fig. 54, 55, 56), und gleichen darin den Augen der übrigen Gliederfüsser, sowie der Würmer, Mollusken, und nicht zuletzt auch der Wirbeltiere. Der Kopf als Träger der Sehorgane erscheint ohne weiteres als der zweckdienlichste Körperteil.

Die Insekten besitzen an jeder Seite des Kopfes ein meist grosses und oft gewölbtes Auge. Bei vielen Arten kommen aber ausser diesen seitenständigen, als Hauptaugen anzusehenden Augen (Fig. 68, au) noch mittelständige, auf der Stirn befindliche kleine Augen, die Neben- oder Stirnaugen (Fig. 68 oc), vor, welche auch Ozellen genannt werden.

Die Augen der Insekten sind nicht beweglich, wie bei den Wirbeltieren, sondern bilden einen Teil der starren Körperhaut, der sie gleichsam bewegungslos eingefügt sind. Sie bestehen aber in der That aus der an dieser Stelle umgebildeten äusseren Schicht der Körperhaut und auch im Innern aus den Elementen derselben, in Verbindung mit dem Sehnerv und dessen zahlreichen Fasern.

Die nur bei einem, allerdings grossen Teile der Insektenarten auftretenden Stirnaugen, die meist zu dreien in einem Dreieck oder zu zweien quer zueinander stehen, sind viel kleiner als die Seitenaugen und erscheinen als kleine Punkte. Mit den Stirnaugen der Insekten hat das sogenannte Scheitelauge der Reptilien, worüber in den letzten Jahren mehrfach geschrieben wurde, eine gewisse Analogie; jedoch wird letzteres gegenwärtig nicht mehr für ein Sinnesorgan gehalten (Leydig, Biolog. Centralblatt. VIII. 1889, S. 707).

Eine schon äusserliche Ähnlichkeit mit den Stirnaugen der ausgebildeten Insekten haben die Augen der Spinnen, welche die Stirngegend innehaben, und die einzelnen kleinen Augen (Ozellen) an den Seiten des Kopfes der Insektenlarven. Auch manche ausgebildeten Insekten besitzen an den Kopfseiten gleich den Larven Ozellen. Bei einigen Cocciden findet sich eine Anzahl über die Oberseite und die Seiten des Kopfes verteilter Ozellen.

Einteilung der Augen.

Es können dreierlei Arten von Insektenaugen unterschieden werden:

1. die fazettierten Hauptaugen,
2. die aus getrennten Einzelaugen bestehenden Hauptaugen und
3. die Ozellen.

Die Hauptaugen sind fazettiert, wenn ihre Oberfläche aus meist zahlreichen und sehr kleinen, gewöhnlich sechseckigen Feldchen gebildet ist (Fig. 68 au). Jede Fazette stellt eine Linse dar. Die inneren anatomischen Elemente (Sehstäbchen u. 1 Krystallkegel), welche zu je einer Fazette gehören, bilden ein Einzelauge (Ommatidium). Ein fazettiertes Auge ist daher aus so viel Einzelaugen zusammengesetzt, als Fazetten vorhanden sind.

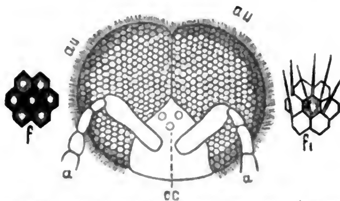


Fig. 68. Kopf einer Honigbiene, *Apis mellifica*. Nach Gerstaecker.
a, Fühler; au, die grossen Seitenaugen; f, fünf Fazetten derselben; f_1, Fazetten mit den zwischenstehenden kurzen Haaren; oc, die drei Stirnaugen.

Die Einzelaugen sind bei manchen Insekten wirklich isoliert. Auch wenn sie gedrängt stehen, bewahren die Linsen ihre runde, hochgewölbte Form. Sie werden als gehäufte Augen bezeichnet (Fig. 69).

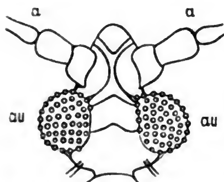


Fig. 69. Kopf einer männlichen Coccide, *Leachia fuscipennis* Sign. Nach Signoret.
a, unterer Teil der Fühler; au, die durch Anhäufung von Einzelaugen gebildeten Seitenaugen.

In anderen Fällen sind die Elemente mehrerer Einzelaugen (oder Elemente, aus denen sich eine Anzahl Einzelaugen bilden könnten) mit einer gemeinsamen Linse versehen. Ein in dieser Weise zusammengesetztes Auge ist ein Ozellus. Es sind an einem Individuum stets nur einige Ozellen zur Ausbildung gelangt (Fig. 68 oc), namentlich auf der Stirn vieler Insekten und der Spinnen und an den beiden Kopfseiten vieler Insektenlarven.

Gewöhnlich werden nur die grossen Seitenaugen als „zusammengesetzte Augen" bezeichnet. Wie wir sehen, sind aber auch die Ozellen zusammengesetzt, obgleich sie gewöhnlich „einfache Augen" genannt werden. Der Hinweis auf die Bezeichnung „zusammengesetzt" und „einfach" bezieht sich nur auf die Linsenbildung. Nur die letztere ist bei einem Ozellus einfach, im Innern finden sich aber die Elemente

mehrerer Einzelaugen. Eine Vermehrung der Elemente der Einzelaugen bildet also einen Ozellus, eine Vermehrung der Einzelaugen ein Fazettenauge.

In Hinsicht auf die Linsenbildung unterscheiden wir

1. das einlinsige Auge,
2. das viellinsige Auge.

Von einlinsigen Augen giebt es zwei Arten:

a) die eine Art enthält nur die Elemente eines einzigen Einzelauges; es ist das eigentliche Einzelauge, welches gewöhnlich in Mehrzahl auftritt;
b) die zweite Art wird von demjenigen einlinsigen Auge gebildet, welches die Elemente mehrere Einzelaugen umfasst; es ist der Ozellus.

Unter den viellinsigen Augen sind stets Fazettenaugen zu verstehen.

Die Kenntnis von dem anatomischen Baue der einlinsigen, seitenständigen Augen ist sehr mangelhaft, und wir wissen meist nicht, bei welchen Insekten die einlinsigen Augen Einzelaugen, bei welchen sie Ozellen sind.

Hinsichtlich der Lage unterscheiden wir

1. die Seiten- oder Hauptaugen,
2. die Stirnaugen.

Die Seiten- oder Hauptaugen.

Die seitenständigen Augen erscheinen als

1. isolierte oder in geringer Zahl voneinander getrennte, jederseits am Kopfe auftretende einlinsige Augen;
2. gehäufte Einzelaugen;
3. fazettierte Augen, bei der grossen Mehrzahl der ausgebildeten Insekten.

Die unter der Bezeichnung „einlinsige Augen" zusammenzufassenden, an den Kopfseiten befindlichen isolierten oder gruppierten Einzelaugen und Ozellen werden fast nur bei einer Anzahl von Insekten, welche zumeist niederen Organisationsstufen angehören, und bei Larven gefunden. Jene Insekten sind die Poduriden, einige Atropiden, die Mallophagen, die Pediculiden (Läuse), viele Cocciden und die Puliciden (Flöhe).

Nur 1 einlinsiges Auge an jeder Kopfseite ist den Pediculiden, Mallophagen, Puliciden und den Weibchen von Cocciden und Strepsipteren eigen. Dieses Auge erscheint bei einiger Mallophagen doppelt. Nach Piaget (Les Pediculines) sind sie z. B. bei *Colpocephalum spinulosum* geteilt; in der Gattung *Laemobothrium* (S. 577) einfach oder doppelt; bei *L. emarginatum* ist das Auge verlängert und trägt zwei Protuberanzen. Auch bei *Trinoton* ist das Auge jederseits doppelt (S. 587); ebenso bei *Physostomum* (S. 601).

Die Poduriden besitzen jederseits meistens 8 einlinsige Augen (Fig. 70 au); doch kommen auch weniger vor, und zwar bei *Tomocerus* und *Orchesella* 6, bei *Xenylla* 5, bei *Isotoma sexoculata* Tullb. und *Anura muscorum* Templ. 3, bei *Isotoma minuta* Tullb. 2, bei *Templetonia* nur 1; und in mehreren, in dem Kapitel „augenlose Insekten" aufgeführten Gattungen fehlen die Augen gänzlich.

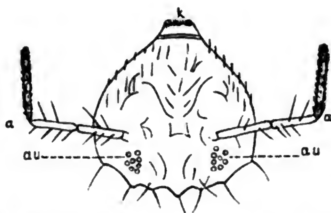


Fig. 70. Kopf eines Springschwanzes, *Sminthurus fuscus* L., von der Oberseite. — Nach Tullberg. a, Fühler; au, Augen; k, Mundgegend.

Carrière (Sehorgane der Tiere. 1885. S. 112) bezeichnet die einlinsigen Augen der Poduriden, Puliciden und Pediculiden als Ozellen.

Unter den Atropiden (Staubläuse) zählen wir bei *Troctes divinatorius* und *silvarum* 7 einzeln liegende Augen innerhalb des Rahmens eines Augenfeldchens. (Fig. 71.) Hagen giebt eben so viel bei *Troctes formicarius*, 8 bei *T. resinatus* und 2 bei *Tropusia oleagina* in jedem der beiden Augenfeldchen an.



Fig. 71. Eins der beiden, aus Einzelaugen zusammengesetzten Augen einer kleinen Staublaus, *Troctes silvarum*. Orig.

Merkwürdig ist die Bildung der Augen beim männlichen Geschlecht in manchen Gattungen der Cocciden (Schildläuse). Hier sind mehrere, über die Oberseite und bis zu den Seiten des Kopfes zerstreute Ozellen vorhanden, von denen die mittleren als Stirnaugen zu gelten haben, die seitlichen als Seitenaugen, welche aus wenigen Ozellen (oder Einzelaugen) bestehen. Bei *Dactylopius cyperi* sind 8 Ozellen vorhanden; 4 auf der Mitte in Trapezform zueinander stehende sind als Stirnaugen zu betrachten; je 2 stehen seitwärts an jeder Seite des Kopfes. Vergl. Signoret, Annal. Soc. Ent. de France, 1875, S. 314. Dasselbe gilt von *Dactylopius pteridis*, während bei *Dactylopius vitis* nur 2 Stirnaugen und je 2 Ozellen an den Seiten des Kopfes angegeben werden. Bei *Putonia antennata* (Frankreich) finden sich 12 über den Kopf zerstreute Ozellen; 4 grössere auf der Mitte im Viereck angeordnete und als Stirnaugen anzusehende; dann 4 an jeder Seite des Kopfes, die unregelmässig zueinander, aber an beiden Seiten gleichmässig stehen. Vergl. Signoret, ebenda S. 341, Taf. 7, Fig. 4. — Bei anderen Cocciden männlichen Geschlechts, nämlich bei den zur Gruppe der Monophlebinen gehörenden, z. B. *Leachia* (Fig. 69), *Monophlebus*, *Guerinia* und *Icerya*, sind die Einzelaugen in grösserer Zahl vorhanden und stehen gedrängt an den Seiten

des Kopfes, meist auf einer kugelförmigen Vorragung, so dass sie den kugelförmig vorstehenden Fazettenaugen ähnlich sehen. Ihre Linsen sind sehr convex.

Während die Augen der männlichen Monophlebinen und der unten besprochenen Larven von *Panorpa* deutlich in das Gebiet der „gehäuften Einzelaugen" gehören, ist bei manchen anderen Insekten keine bestimmte Grenze zwischen einer Gruppe von wenigen Einzelaugen und gehäuften Augen anzunehmen. Auch bei den Schriftstellern ist die Bezeichnung eine ungleiche. Es giebt alle Uebergänge von einem einzigen bis zu vielen, mehr oder weniger dicht zusammenliegenden einlinsigen Augen. Zu letzteren gehören noch die Augen der männlichen Strepsipteren. Die Arten von *Xenos* besitzen nach Westwood etwa 50, von *Elenchus* 15 Linsen jederseits. Diese sind sehr convex, ziemlich gross und voneinander getrennt.

Unter den Lepismiden besitzt *Lepisma saccharina* aus je 12 Einzelaugen zusammengesetzte Seitenaugen. Diese sind rund und berühren einander, wie Oudemans (Beiträge z. Kenntnis der Thysanura und Collembola. 1888. S. 182) mitteilt, haben aber ein selbständiges Aussehen.

Die Augen von *Atropos pulsatoria* u. a., von Pselaphiden und Scydmäniden bilden einen Uebergang zu fazettierten Augen. Es sind an dunklen Orten lebende Insekten, deren Augen sehr convexe Linsen zeigen.

Einzelne einlinsige, hier kurz als Ozellen zu bezeichnende Augen an den Kopfseiten, wie bei den Poduriden, bilden fast allgemein die Sehorgane der Larven derjenigen Insekten, welche eine vollkommene Verwandlung haben (Metabola), soweit sie überhaupt Augen besitzen. Den Larven ähnlich sind viele Myriopoden; *Polyzonium* zeigt 6, *Glomeris* gegen 10 oder weniger, *Scolopendra* 4 Ozellen, *Lithobius* bis zu 20 und mehr. Dicht gedrängt stehend bildet eine grössere Zahl von Ozellen die Augen der meisten Diplopoden, während die Augen von *Scutigera* sogar fazettiert sind. Nach Erich Haase sind die Augen in dieser Gattung bei den erwachsenen Tieren aus etwa 150 Einzelaugen zusammengesetzt. (Schlesiens Chilopoden. I. S. 11.)

Die Raupen der Lepidopteren sind jederseits mit 5 oder 6 Ozellen, welche von Carrière (l. c. S. 181) als Einzelaugen bezeichnet werden, bedacht, während die Afterraupen der phytophagen Hymenopteren sich mit je 1 grossen Ozellus begnügen. Auch die Larven der Trichopteren weisen jederseits nur 1 Ozellus auf.

Bei den Larven der Neuropteren finden wir zumeist einige Ozellen und zwar bei den Planipenniern (*Chrysopa, Hemerobius, Micromus, Osmylus, Mantispa, Myrmeleon, Acanthaclisis* u. a.) 6 oder 7, bei den Sialiden 6 (*Sialis*), 7 (*Raphidia*) oder 4 (*Inocellia*).

Dagegen bestehen die Augen der Panorpidenlarven teils aus zahlreichen (20 und mehr), dicht gedrängten (*Panorpa, Boreus*) oder nur 7 einlinsigen Augen jederseits (*Bittacus*). Vergl. Brauer,

Verhandl. d. k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft. Wien 1863, S. 309, 310; 1871, S. 114.

Die Larven der Coleopteren besitzen, wie diejenigen der Lepidopteren und Neuropteren, jederseits auch nur einige, höchstens 6 Ozellen. Manche dieser Larven sind blind. Es finden sich:

6 Ozellen

bei den Larven aller Carabiden, Dytisciden, Gyriniden, Cyphoniden, Erotyliden, der meisten Hydrophiliden, der meisten Dermestiden und vieler Chrysomeliden;

5 Ozellen

bei den Larven der Cleriden, Cioiden, Colydiiden, Mycetophagiden, Heteroceriden, Parniden, Lagriiden und einiger Melandryiden, mancher Byrrhiden und einiger Cerambyciden;

4 Ozellen

bei den Larven der Cicindeliden, der meisten Staphyliniden, der Pyrochroiden, einiger Chrysomeliden (*Cassida*) und Coccinelliden;

3 Ozellen

bei den Larven mehrerer Cerambyciden, Tenebrioniden und Coccinelliden;

2 Ozellen

bei den Larven von Byrrhiden, Melandryiden, Oedemeriden, Tenebrioniden, Nitiduliden, Elateriden und einiger Lamellicornier (*Trox*);

1 Ozellus

bei den Larven der Lampyriden, Driliden, Lyciden, Telephoriden, einiger Cryptophagiden (*Atomaria*), einiger Cerambyciden und mancher Curculioniden.

Ueber die augenlosen Larven möge man weiter hinten in dem Kapitel „augenlose Insekten“ nachsehen.

Es sind erst verhältnismässig wenig Coleopteren im Larvenzustande bekannt; die vorstehenden Angaben können deswegen nur lückenhaft sein.

Die Larven der Dipteren sind grösstenteils augenlos. Nur die eines deutlichen Kopfes sich erfreuenden sogenannten Eucephalen sind z. T. mit Augen versehen, z. B. die Larve von *Corethra plumicornis*, welche jederseits ein grosses und davor ein sehr kleines Auge besitzt. Bei der erst eben aus dem Ei geschlüpften Larve dieser Art findet sich aber nur das letztere; die Hauptaugen entstehen erst später. Schon am dritten oder vierten Tage nach dem Ausschlüpfen zeigt sich vor dem Nebenauge ein senkrecht gestellter, schmaler, hell-

gelber Streifen von schwach sichelförmiger Biegung; der hintere concave Rand ist schwarz, der vordere verwaschen. Er verdankt seine Entstehung einer Wucherung der Hypodermis, deren Zellen zugleich feine gelbe Pigmentkörner in sich erzeugt haben. Bald vertieft sich die Färbung des Streifens ins Braunrote, die pigmentierte Stelle wird grösser, bekommt eine halbmondförmige Gestalt und eine braunschwarze Farbe. Einige Zeit vor der vierten Häutung erscheint das Auge tief schwarz, ist senkrecht gestellt und länglich oval. Dieses Auge ist ein zusammengesetztes, aber ohne fazettierte Hornhaut und geht direkt in dasjenige der Mücke über. Die stark gewölbten Fazetten des Auges der letzteren werden erst nach dem Larvenzustande von den Zellen der Hypodermis ausgeschieden. Diese merkwürdige, unter den Insekten wohl seltene Augenbildung ist von Weismann in seiner Abhandlung „Die Metamorphose der Corethra plumicornis" (Zeitschrift f. wissensch. Zool. XVI. Bd.) S. 16—21 näher beschrieben.

Die Larven (oder eigentlich die Jungen, pulli) der ametabolen, d. h. der nur eine unvollständige oder keine Verwandlung durchmachenden Insekten, nämlich der Heuschrecken, Wanzen, Wasserjungfern, Holzläuse, Termiten, Ohrwürmer, Eintagsfliegen usw. besitzen Fazettenaugen, die nur nach mehrfacher Häutung die endgültige Form bei den entwickelten Insekten erlangen. Während die Augen der älteren Libellenlarven fazettiert sind, finden wir an den eben aus dem Ei geschlüpften Larven einer Libellenart (*Cordulia*) keine Spur von Fazetten; das verhältnismässig kleine Auge erscheint einfach, aber die inneren Elemente eines zusammengesetzten Auges sind jedenfalls vorhanden, jedoch noch nicht untersucht.

Die *Corethra*-Larve stellt in dieser Beziehung eine Uebergangsbildung zwischen den Insekten mit vollkommener und unvollkommener Verwandlung dar und neigt sich den letzteren zu.

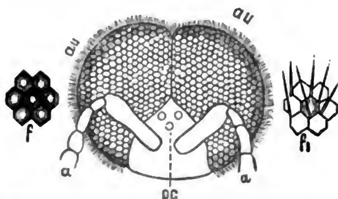


Fig. 72. Kopf einer Honigbiene, *Apis mellifica*. Nach Gerstaecker.
a, Fühler; au, die grossen Seitenaugen; f, fünf Fazetten derselben; f_1, Fazetten mit den zwischenstehenden kurzen Haaren; oc, die drei Stirnaugen.

Fazettierte Augen (Fig. 72 au), die auch Netzaugen genannt werden, bilden die Regel für die grosse Masse der Insekten. Die Augen heissen „fazettiert", wenn ihre Oberfläche sehr kleine, gewöhnlich nur unter der Lupe und oft erst unter dem Mikroskope sichtbare Feldchen von meistens sechseckiger oder viereckiger Form (= Fazetten) aufweist. Jede Fazette (Fig. 72 f) ist scharf begrenzt und durch eine Furche von den benachbarten Fazetten getrennt. Die regelmässige

sechseckige Form der Fazetten ist nur durch den gegenseitigen Druck der zusammengedrängten Einzelaugen zu erklären, ebenso wie die Form der sechskantigen Zellen der Bienenwaben. Die Fazetten sind gewöhnlich einander gleich, sehr regelmässig, meist etwas gewölbt, zuweilen fast flach, z. B. bei den Wasserjungfern (Odonaten), oder ziemlich hoch gewölbt, z. B. bei den Schattenkäfern (Tenebrioniden). In letzterem Falle bekommt die ganze Oberfläche der Augen ein gekörntes (granuliertes) Aussehen.

Zuweilen sind die Fazetten nur unterseits der Hornhaut des Auges ausgebildet, so dass die Oberseite desselben eine glatte, nicht fazettierte Fläche bildet, z. B. bei *Scarites*, einer Gattung grosser Grabkäfer, die in südlichen Ländern wohnen. Sammelt sich dann bei dem toten Insekt das dunkle Pigment platzweise oberhalb der Fazetten an, so sind diese hier von aussen unsichtbar, und das Auge erscheint an manchen Stellen, zuweilen auf der ganzen Oberfläche, mit Ausnahme eines ringförmigen Abschnittes am Grunde, nicht fazettiert.

In der Familie der Bockkäfer (Carambyciden) sind die Augen auf der Oberfläche teils grobkörnig, teils fein granuliert, je nach der Grösse und Wölbung der Fazetten. Lacordaire unterscheidet darnach in dieser Familie ganze Gruppen (Genera des Coléopt. Bd. VIII. S. 201). Auch in der Familie der Erotyliden (Pilzkäfer) sind durch dasselbe Merkmal eine Anzahl Gattungen gekennzeichnet.

Ganz glatt erscheinen die Augen vieler Lamellicornier, namentlich der Dynastiden und Cetoniiden, auch bei den Passaliden und den meisten Lucaniden; sie bestehen hier aus einer ausserordentlich grossen Zahl von Fazetten. Unter der Lupe deutlich erkennbar sind diese bei *Geotrupes*, wo ihre Grösse zugenommen, ihre Zahl sich aber verringert hat, sowie bei *Lamprima*, *Chiasognathus* u. a.

Jede Fazette stellt eine glashelle, durchsichtige Linse dar, durch welche das Licht und ausserhalb befindliche Bilder klar aufgenommen werden. Es ist aber, wie schon angegeben, nur die äussere Chitinhaut, aus der sich die Fazetten in jener Form zusammenhängend gebildet haben. Eine Fazette ist also kein selbständiges Stück der Chitinhaut. Als lichtbrechende Medien scheinen die Linsen vorzügliche Dienste zu leisten; sie sind in grosser Zahl bei solchen Arten vorhanden, welchen ein ausgezeichnetes Sehvermögen eine Notwendigkeit ist. Sie sind weniger zahlreich und verschwinden bei den stets an dunklen Orten sich aufhaltenden Insekten. Auch die verschiedene Wölbung der Linsen steht mit der Lebensweise in Beziehung.

Das ganze Fazettenauge ist am Grunde von einem Chitinringe gestützt, der von der Körperhaut abgesetzt ist. Vergl. Fig. 61, S. 133.

Die Grösse der Fazetten ist bei den verschiedenen Insekten sehr ungleich; sie richtet sich nicht nach der Grösse des Körpers; denn zwei Insektenarten von derselben Körpergrösse können ganz

verschieden grosse Fazetten haben, z. B. manche Bockkäfer (Cerambycidae). Auch an einem und demselben Auge sind die Fazetten zuweilen von ungleicher Grösse. So z. B. sind die oberen Fazetten bei Libellen grösser als die unteren.

Der Durchmesser der kleinsten Fazetten sinkt nach Lubbock, (Die Sinne und das geistige Leben der Tiere. 1889. S. 151) nicht unter $^{1}/_{2000}$ Zoll herab. Als mittleren Durchmesser einer Fazette berechnete Carrière 0,02—0,03 mm, mit einer unteren Grenze von 0,016 mm bei *Lycaena alexis*, einem kleinen Tagschmetterling, und einer oberen von 0,094 bei *Cerambyx heros*, dem wohlbekannten grossen einheimischen Bockkäfer. S. „Die Sehorgane der Tiere". 1885. S. 133.

Bei den ihr ganzes Leben in der Dunkelheit zubringenden Insekten sind die Fazetten grösser als bei denjenigen, deren gleichfalls bestimmt ausgeprägte Gewohnheit nur den Aufenthalt im Sonnenschein gestattet; z. B. sind sie bei den Odonaten und Tagschmetterlingen kleiner als bei den Nachtschmetterlingen.

Das durch die Fazetten und durch den unter ihnen befindlichen, nach unten zugespitzten Krystallkegel hindurchfallende Licht trifft auf einen Nervenfaden, welcher in der Achse eines Sehstäbchens liegt. Die Zahl und Grösse der Fazetten steht in wesentlicher Beziehung zu dem einfallenden Licht. Die Zahl nimmt mit der Liebe zum Tageslicht zu, die Grösse ab. Auch die Wölbung der Fazetten ist eine sehr verschiedene; die Wölbung ist am stärksten bei den im Dunkeln lebenden Arten.

Was die Zahl der Fazetten anbelangt, die, wie in Fig. 72 zu sehen, recht gross sein kann, so sind wir meist noch auf die wenigen älteren Zählungen angewiesen, die wir hier mitteilen:

Leeuwenhoek zählte in dem Auge eines ungenannten Käfers 3180, der Stubenfliege (*Musca*) gegen 4000, der Dasselfliege (*Oestrus*) 7000, des Weidenbohrers (*Cossus*) 11000, des Totenkopfes (*Acherontia atropos*) 12000, eines Tagfalters (*Papilio*) 17000, einer Libelle (*Aeschna*) 20000, eines Käfers (*Mordella*) sogar 25000 Fazetten. Vergl. J. Lubbock, Die Sinne und das geistige Leben der Tiere. 1889. S. 150.

Die Zahl der Fazetten in einem Auge eines ungenannten Schmetterlings beträgt nach Geoffroy 17325 (Histoire abreg. d. Insectes. Vol. I. S. 4). Wahrscheinlich ist es ein Rhopaloceron. Waterhouse giebt für *Sphinx convolvuli* sogar 27000 Facetten an (Proceed. Ent. Soc. London, 1889. S. XXIV). Westwood zählte beim Seidenspinner (*Sericaria mori*) 6236 Fazetten (Modern classific. of insects. II. S. 311, Anm.). In einem Auge eines grossen Nashornkäfers, *Augosoma centaurus*, zählen bezw. berechnen wir etwa 11500 Fazetten.

Die Fazetten der Ameisenaugen zählte Forel. Bei den Arten der Ameisen (Formicidae) ist die Zahl der Fazetten nach dem Geschlecht eine verschiedene. Das Männchen von *Formica pratensis* besitzt etwa 1200, das Weibchen 800—900, die Arbeiter gegen 600 Fazetten in jedem Auge.

Wenn die Individuen in der Grösse variieren, so zeigt sich das in der Zahl der Fazetten, nicht aber in deren Grösse. Es besitzen von *Camponotus ligniperdus* grosse Arbeiter 500, kleine Arbeiter 450, *Atta barbara* grosse Arbeiter 230, kleine Arbeiter nur 80—90 Fazetten.

Die gewöhnlichen Arbeiter

von	*Polyergus rufescens*	weisen	in jedem	Auge	etwa	400,
„	*Lasius fuliginosus*	„	„	„		200,
„	*Tapinoma erraticum*	„	„	„		100,
„	*Plagiolepis pygmaea*	„	„	„		70—80,
„	*Lasius flavus*	„	„	„		80,
„	*Bothriomyrmex meridionalis*	„	„	„		55,
„	*Strongylognathus testaceus*	„	„	„	„	45,
„	*Stenamma westwoodii*	„	„	„	„	45,
„	*Tetramorium caespitum*	„	„	„	„	45,
„	*Pheidole pallidula*	„	„	„	„	30,
„	*Myrmecina latreillei*	„	„	„		15,
„	*Solenopsis fugax*	„	„	„		6—9,
„	*Ponera contracta*	„	„	„		1—5,
„	*Eciton*	„	„	„		1,
„	*Typhlopone*	„	keine Fazetten auf.			

Man vergl. A. Forel „Les fourmis de la Suisse“ und J. Lubbock „Ameisen, Bienen und Wespen“ (Deutsche Ausgabe, 1883). S. 9.

Die Form der Seitenaugen ist derselben Mannigfaltigkeit unterworfen, wie andere Körperteile. Aber alle zu einer Insektenart gehörige Einzelwesen stimmen in der Form der Augen überein. Es giebt runde, längliche, eiförmige, nierenförmige, lappenförmige, zweilappige, sogar dreilappige, eckige, sogar konisch vorspringende, zugespitzte Augen (*Pyrgops*, ein Rüsselkäfer). Runde Augen sind zumeist bei Lepidopteren, unter den Coleopteren bei den Carabiden, bei den Trichopteren, Neuropteren, Hemipteren, z. B. *Ranatra*, *Hydrometra* usw.; ovale bei den Orthopteren; nierenförmige und ausgerandete bei vielen Coleopteren, z. B. Longicorniern (Fig. 73); dreieckige bei *Notonecta*; nierenförmig bei Hymenopteren vorherrschend.

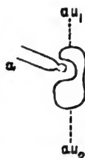


Fig. 73. Auge eines Bockkäfers, *Oberea oculata* L. Orig. au_1, oberer Lappen des Auges; au_2, unterer Lappen desselben; a, Grundglied des vor der tiefen Ausrandung des Auges eingefügten Fühlers.

Eine eigentümliche Beziehung zwischen der Form der Augen und der Bildung des Vorderrandes der Vorderbrust besteht bei den Rüsselkäfern, Curculionidae. Die Augen sind hier rund oder oval, wenn der Vorderrand der Vorderbrust gerade abgestutzt ist; ist letzterer an den Seiten lappenförmig vorgezogen, so sind die Augen länglich.

Nicht selten sind die Augen kugelförmig, z. B. bei manchen Cicindeliden, bei einigen männlichen Cocciden, Psociden und Sty-

lopiden; oder halbkugelförmig, z. B. bei Odonaten, vielen Carabiden und Cicindeliden. Andererseits giebt es ganz flache Augen, z. B. bei manchen Curculioniden, und alle Mittelstufen zwischen den beiden Extremen.

Ferner ist die Grösse der Augen sehr verschieden. Bei vielen Arten sind die Augen so gross, dass sie beide zusammen fast den ganzen Kopf einnehmen, sie stossen dann oben vielfach zusammen z. B. bei zahlreichen Odonaten (*Aeschna*, *Libellula*), bei manchen männlichen Dipteren, manchen Coleopteren z. B. *Atractocerus* und den männlichen Lampyriden. Zuweilen stossen sie unterseits mehr oder weniger zusammen, z. B. bei *Rhina* und *Rhynchophorus* (Rüsselkäfergattungen).

Gestielte Augen treten in verschiedenen Ordnungen auf. Gewöhnlich ist der Stiel nur kurz und dick, z. B. bei den männlichen Strepsipteren, einigen männlichen Cocciden, einigen Cicindeliden (*Tricondyla*), und *Galgulus*, einer Gattung kleiner Uferwanzen.

Bei der ausländischen Dipterengattung *Diopsis* L. stehen die Augen wie bei den Krebsen auf sehr langen, aber unbeweglichen Stielen. In Wirklichkeit ist jedoch der Kopf beiderseits in zwei dünne Stiele von der Hälfte bis zu zwei Drittel der Körperlänge ausgezogen, auf deren erweiterter Spitze die halbkugligen Augen und kurz vor diesen die Fühler sitzen (Gerstaecker).

Die Stellung der Augen an den Seiten des Kopfes ist überall ähnlich, meist stehen sie in der Mitte des Seitenrandes oder sind etwas nach hinten gerückt; doch sind sie oft vorgeschoben und sitzen dann nahe bei dem Grunde der Fühler. Auch liegen sie bei manchen Arten mehr nach der Oberseite des Kopfes zu, zuweilen auch an der Unterseite. Wenn sie aber sehr gross sind, teilen sich die beiden Augen fast in den ganzen vorhandenen Raum, z. B. bei der Honigbiene (*Apis mellifica*) und vielen Libellen (s. o.).

Bei vielen Insekten sind die Augen über die ganze Oberfläche hin mit Haaren besetzt (Fig. 72 au), die zuweilen erst unter dem Mikroskop zu erkennen, oft aber deutlicher sind. Die einzelnen Haare stehen (Fig. 72 f_1) zwischen den Fazetten, wie wir bei stärkerer Vergrösserung erkennen können. Wahrscheinlich ist das stets der Fall, denn die zu einem der Haare gehörige Zelle (vergl. S. 20) kann nur zwischen den von je einer Fazette gekrönten Sehstäbchen Platz haben.

Die grobkörnigen Augen einiger kleiner Käfer aus den Gattungen *Colobicus* und *Trachypholis*, welche der Familie der Colydiiden angehören, sind mit schuppenartigen, starren, am Ende abgestumpften, aufrecht stehenden und in Reihen angeordneten Zäpfchen bekleidet. Eben solche Gebilde finden sich aber auf der ganzen Oberseite des Körpers (Kopf, Halsschild und Flügeldecken). Die beiden Gattungen sind nahe miteinander verwandt. *Colobicus marginatus* kommt in Deutschland, die Arten der anderen Gattung in der indischen Region vor.

Die Augen der meisten Insekten sind einfach und meist dunkel, braun oder schwarz, gefärbt. Bei *Atropos pulsatoria*, einer kleinen Bücherlaus, sind sie schön gelb. Bei einer Stechfliegengattung, *Chrysops*, sind die Augen goldgrün und fleckig. Die grossen Augen mancher Wasserjungfern (Odonaten) schillern in verschiedenen Farben. Einfach goldig glänzend finden wir sie bei den Florfliegen (*Chrysopa*).

Nach dem Tode verändert sich oft die Färbung der Augen, namentlich bei den Odonaten. Bei *Sphodrus leucophthalmus*, einem in Kellern vorkommenden Laufkäfer, der darnach ungerechtfertigter Weise seinen wissenschaftlichen Artnamen bekommen hat, werden sie zuweilen weiss.

Unterschiede zwischen den Augen des männlichen und weiblichen Geschlechts.

In den meisten Fällen giebt es bei den beiden Geschlechtern einer Insektenart keinen Unterschied in der Grösse und Bildung der Augen, aber von zahlreichen Arten ist es bekannt, dass sich die männlichen Individuen vor den weiblichen durch grössere Augen auszeichnen.

Schon von der Stubenfliege, *Musca domestica*, wissen wir, dass die Augen der Männchen grösser sind, als die der Weibchen, und auf der Mittellinie der Stirn mehr oder weniger zusammenstossen, bei den Weibchen aber getrennt bleiben. Dieser secundäre Geschlechtsunterschied ist bei den Zweiflüglern (Diptera) weit verbreitet und findet sich namentlich bei den Syrphiden, Empiden, Bombyliiden, Leptiden, Thereviden, Scenopiniden, Stratiomyiden und den eigentlichen Musciden.

Dasselbe gilt von den Holzläusen, Psocidae.

Auch die Männchen der Eintagsfliegen, Ephemeridae, erfreuen sich grosser, meist die ganzen Kopfhälften einnehmender Augen, während sie beim Weibchen kleiner und getrennt sind. In den Gattungen *Potamanthus* und *Cloëon* (*C. dipterum* L.) ist das Männchen sogar mit zwei Paar Augen ausgestattet (S. 162).

Unter den Hymenopteren zeichnen sich z. B. die männlichen Honigbienen oder Drohnen durch die grossen, oberseits zusammenstossenden Augen vor den Weibchen aus, deren Augen durch die breite Stirn voneinander getrennt sind. Wie sehr die Männchen vor den Weibchen hinsichtlich des Sehvermögens im Vorteil sind, hat Forel für die Ameisen durch Zahlen festgestellt. So finden sich beim männlichen Geschlecht der *Solenopsis fugax* 400, beim weiblichen 200, bei den geschlechtslosen Individuen 6 bis 9, bei *Tapinoma erraticum* beziehungsweise 400, 260 und 100 Fazetten in jedem der beiden Seitenaugen.

Da sich auch bei den Insekten alles um die Befriedigung des

Hungers und um die Erhaltung der Art dreht, und der erstere Punkt für beide Geschlechter eine hierzu benötigte gleiche Ausrüstung erfordert, so ist es wahrscheinlich, dass den Männchen die grossen Augen beim Suchen nach den Weibchen dienen, wobei sonst auch der Geruchssinn eine grosse Rolle spielt.

Aber bei den männlichen Feigeninsekten (*Blastophaga*) sind umgekehrt die Augen viel kleiner als bei den weiblichen und fehlen sogar manchen Arten. Jene weisen, wohl in Anbequemung an den stetigen Aufenthalt innerhalb der Feigenfrucht, überhaupt ganz reduzierte Körperteile auf, sie besitzen nämlich undeutliche Mundteile und weder Flügel noch Ozellen. Vergl. Paul Mayer, Zur Naturgeschichte der Feigeninsekten. S. 555, 576. (Mitteilung. a. d. Zoolog. Station zu Neapel. 1882.

Doppelte Augen.

Sonderbarer Weise treten bei manchen Insekten Doppelaugen auf, indem jedes Seitenauge durch eine Leiste geteilt ist oder sogar, wenigstens äusserlich, aus zwei weit voneinander getrennten Complexen von Fazetten besteht.

Die erstere Augenform findet sich namentlich in der Ordnung der Käfer, und zwar in mehreren Gattungen der Lucaniden (Hirschkäfer), jedoch nicht bei unseren Arten, sondern nur in ausländischen Gattungen, vor allen bei den sämtlichen Chiasognathinen (Südamerika), in der Unterfamilie der Lucaninen bei *Odontolabis, Neolucanus, Mesotopus* (Tropen der Osthemisphäre), und in der Unterfamilie der Figulinen bei *Nigidius, Figulus* und *Agnus* (Osthemisphäre), ferner bei *Ryssonotus* Australiens (Lamprimini). Der die Teilung des Auges bewirkende Fortsatz geht von der Wange aus. Er findet sich verkürzt, so dass er die Hornhaut des Auges nur eine Strecke weit durchsetzt, in anderen Lucanidengattungen, namentlich aber in der verwandten Familie der Blatthornkäfer (Lamellicornia), wozu die Maikäfer (*Melolontha*), Mistkäfer (*Geotrupes* und *Copris*) und Goldkäfer (*Cetonia*) gehören. Er wird Wangenfortsatz, Augenleiste oder Canthus genannt. In der Gattung *Ateuchus* sind die Augen von dem Wangenfortsatze ganz durchsetzt; ebenso in der Gattung *Sisyphus*, beinahe ganz in der Gattung *Gymnopleurus*, unvollkommen bei *Canthon* usw.

In der Abteilung der Bockkäfer oder Longicornia giebt es Beispiele von Augenteilung in mehreren Unterfamilien. Hier sind es aber meistens die Fühler, welche mit der Wurzel so nahe an das Auge heran oder in dasselbe hineintreten, dass die Augen der meisten Arten an der Innenseite, mehr nach vorn, wo die Fühler eingelenkt sind, tief ausgerandet erscheinen (Fig. 73). Bei den Tetraopinen (*Tetraopes*) und manchen Phytoeciinen rücken die Fühler soweit vor, dass die Ausrandung zu einer Trennung der Augen

führt (Fig. 74) und der Fühler zwischen den beiden auseinander gerissenen Tochteraugen steht. Diese Bildung findet sich unter den einheimischen Arten bei *Tetrops praeusta*, *Phytoecia virescens* und anderen Arten der letzteren Gattung, sowie bei *Lamprocleptes* und *Hecphora* (Thomson, Archiv Entom. I). In dem Namen „Tetrops" (τετρα von τέτταρες = vier, ἡ ὄψις = das Gesicht, Auge) liegt schon der Hinweis auf die Bildung der Augen. Auch in der mit den Phytoeciinen nahe verwandten Gruppe der Amphionychinen giebt es einige unter den Namen *Clythraschema* und *Alicia* (Lacordaire, Généra d. Coléopt. IX. 2. S. 883) beschriebene Formen, deren Augen annähernd so gebildet sind, wie bei *Tetraopes* und *Tetrops*. Die Arten jener Gattung bewohnen Amerika.

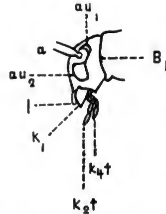


Fig. 74. Kopf eines Bockkäfers, *Phytoecia virescens* F. Orig. a, Grundglied eines Fühlers; au_1, oberer Lappen des Auges der linken Kopfseite; au_2, unterer Lappen desselben; l, Unterlippe; k_1, Oberkiefer; k_2t, Taster der Unterkiefer; k_4t, Taster der Unterlippe.

Ganz anders verhält sich die Teilung der Augen bei *Tetraglenes* und *Eucomatocera* (Fig. 75), welche zu der Familie der Lamiiden gehören. Die Augen sind nicht durch ein Dazwischentreten der Fühler geteilt, sondern die halbe Wand der Kopfseite liegt zwischen den beiden getrennten Stücken, während die Fühler weitab vorn an der vorspringenden Spitze des Kopfes eingefügt sind. In den verwandten Gattungen *Spalacopsis* (Antillen) fehlt der obere Augenlappen und ist ohne Zweifel rückgebildet.

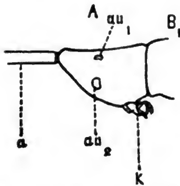


Fig. 75. Kopf eines Bockkäfers, einer Art von *Eucomatocera*. Orig.
A, Kopf; a, Grundglied eines Fühlers; au_1, oberer Teil des Auges der linken Kopfseite; au_2, unterer Teil desselben; k, Mundwerkzeuge; B_1, Teil des Prothorax.

Noch bei anderen Angehörigen der Longicornier werden in der Litteratur vier Augen oder geteilte Augen angegeben, aber es ist aus der ungenauen Beschreibung nicht immer die Art der Bildung zu ersehen. Von den Methiinen aus der Familie der Lamiiden gehört *Dysphaga* (Nordamerika) und der verwandte *Auxesis gabonicus* (Westafrika) hierher.

Auch in der Familie der Cerambyciden sind Beispiele von Augenteilung nicht unbekannt. Bei *Tetraommatus*, einer mit *Xystrocera* nahe verwandten Gattung, deren Arten das tropische Asien bewohnen, ist jedes Auge in zwei weit voneinander getrennte Stücke geteilt. Ebenso bei der zunächst verwandten *Temnopsis* Brasiliens. Und es würde sich auch bei *Ciopera*, einer indischen Gattung derselben Gruppe, so verhalten, wenn die Rückbildung nicht noch weiter

vorgeschritten wäre; denn der obere Augenlappen fehlt, wie bei *Spalacopsis*. Es ist bemerkenswert, dass sich in einer und derselben Gruppe alle Stufen von der einfacheren Bildung des wenig ausgerandeten, dann tiefer ausgerandeten Auges bis zur Trennung in zwei Lappen, von denen schliesslich der obere verschwindet, finden.

Auch unter den Tenebrioniden finden sich Doppelaugen, z. B. bei *Hyperops* (Tentyriini), bei *Toxicum* und bei allen Angehörigen der Blapstininen (Amerika) und Pedininen (Südeuropa, Nordafrika, West- und Innerasien).

Eine vollständige Teilung der Augen ist für einige Gattungen der Trogositiden charakteristisch. Bei *Gymnochila* (Afrika) sind sie durch einen breiten Zwischenraum voneinander getrennt, der durch einen, von den vorderen Seitenteilen der Stirn und einen anderen, von den hinteren Kopfseiten ausgehenden breiten Fortsatz, die sich beide auf der deutlich erkennbaren Trennungslinie berühren, hergestellt wird. Manche Entomologen schreiben daher diesen Käfern 4 Augen zu, aber es liegt nur eine Scheidung je eines Auges in einen oberen und einen unteren Augenlappen vor; ersterer ist viel grösser als der letztere, versteckt liegende. Ebenso verhält es sich bei *Anacypta* (*Acrops*) der Sunda-Inseln, sowie bei *Xenoglena* und *Narcisa*; alle nahe Verwandte von *Gymnochila*.

Bei einigen Gattungen der Borkenkäfer oder Tomiciden, nämlich bei *Xyloterus* und *Polygraphus* erfreuen sich die Augeu gleichfalls einer Teilung in zwei Hälften.

Eine ebenso auffallende wie allgemein durchgeführte Teilung der Augen ist ein wichtiges Kennzeichen der Gyriniden, jener kleinen, wie Perlen schimmernden Käfer, welche auf der Oberfläche der Gewässer beim Sonnenschein sehr geschickt ihre Kreise ziehen. Nach v. Kiesenwetter ist es der Seitenrand des Kopfes, der die Augen der Quere nach mit einer breiten Kante durchsetzt, so dass zwei Paar vollständig voneinander gesonderte Augen gebildet werden, ein oberes jederseits auf der Stirn zwischen den Fühlerwurzeln und ein unteres, völlig auf der Unterseite des Kopfes gelegenes. „Das Tier kann daher, wenn es auf der Oberfläche des Wassers schwimmt, gleichzeitig nach oben in die Luft und nach unten in das Wasser sehen, während sein Sehvermögen in horizontaler Richtung beschränkt zu sein scheint." (Naturgesch. der Insekten Deutschlands. I. Coleoptera; 1. Bd., 2. Hälfte, S. 128.)

Schliesslich finden sich auch bei *Amphiops*, einer Gattung der Hydrophiliden (Wasserkäfer)-Doppelaugen.

Viel seltener als unter den Käfern kommen in anderen Ordnungen der Insekten Doppelaugen vor. In der Ordnung der Neuropteren sind die Augen der Ascalaphiden geteilt. Am merkwürdigsten ist aber *Cloeon dipterum*, eine Eintagsfliege (Ephemeride), welche im männlichen Geschlechte jederseits zwei grosse, unter sich verschieden gebildete Augen besitzt und worauf schon S. 159 hin-

gewiesen wurde. Das obere Auge ist als ein accessorisches anzusehen; denn das unter demselben befindliche kleinere gleicht den Augen des Weibchens, welches der oberen entbehrt. Bei den Arten von *Potamanthus*, einer anderen Gattung der Eintagsfliegen, verhält es sich ebenso.

In ähnlicher Weise finden sich unter den Dipteren bei *Bibio* im männlichen Geschlecht 4 Seitenaugen. Das Weibchen von *Bibio hortulanus* hat jederseits ein kleines, ovales, schwarzes Auge, das Männchen ein grosses kugeliges, hellbraunes, dicht behaartes und ausserdem vor demselben, nach unten zu, das gewöhnliche kleine Auge, welches nach Form, Lage und Farbe demjenigen des Weibchens gleicht. (Carrière, Zool. Anzeiger, 1886. S. 142.)

Bei *Aleurodes*, einer Gattung, welche den Uebergang von den Aphiden zu den Cocciden vermittelt und gewöhnlich zu der letzteren Familie gestellt wird, sind die aus sehr kleinen Einzelaugen zusammengesetzten Augen in zwei lappenförmige Teile geteilt, die durch einen schmalen Streifen der Körperhaut getrennt sind.

Einäugigkeit infolge eines pathologischen Zustandes.

Im Gegensatz zu der Teilung eines jeden Auges in zwei Augen kommt in seltenen, anormalen Ausnahmefällen eine auf der Stirn zustandekommende Vereinigung der beiden gewöhnlichen Seitenaugen zu einem einzigen zusammenhängenden Auge vor. Solche pathologische Fälle werden, wie dergleichen bei den Säugetieren und beim Menschen, als Cyclopenbildung bezeichnet. Der französische Entomologe Lucas beschreibt eine solche Bildung bei einer Honigbiene, *Apis mellifica.* Das merkwürdige Insekt ist auch in anderen Teilen des Körpers nicht normal ausgebildet oder vielmehr in der Entwickelung zurückgeblieben. Die Stirnaugen fehlen. Vergl. H. Lucas, Quelques mots sur un cas de cyclopie observé chez un Insecte Hyménoptère, *Apis mellifica.* (Annal. Soc. Entom. de France. 1868. S. 737 bis 740, Taf. 12, Fig. 1—3.)

Augenlose Insekten.

Manchen Insekten fehlen die Augen.

Das Sehvermögen ist sicher als eine Hauptbedingung für die Existenz eines lebenden Erdenbewohners anzusehen. Wie kann der Kampf gegen die ringsum drohenden Gefahren von einem Lebewesen siegreich durchgeführt werden, wenn es nicht die Augen offen hält! Wir finden das überall. Wohin wir blicken, begegnen wir dem feindlich aufeinander wirkenden Leben, sei es, dass es offen vor den Augen liege, sei es, dass es nur dem geübten oder bewaffneten Auge des Naturforschers erkennbar in den kleinen und kleinsten Formen im Verborgenen sich zeigt.

Das wachsame Auge dient uns stets als notwendigster Führer, und wir bedauern den unglücklichen Blinden, der fast nur mit Hülfe mitleidiger, des Augenlichts sich erfreuender Mitmenschen sein kümmerliches Dasein fristet. Indess stärkt jedoch der Blinde infolge des Augenmangels die übrigen Sinne, namentlich den Tastsinn und das Gehör, und gewinnt im angestrengten Gebrauche der letzteren wohl stets eine Fertigkeit, die uns in Erstaunen setzt, und die ihm bei dem Mangel des Sehvermögens die Existenzfähigkeit erleichtert.

Unter der Annahme der stetigen Ausbildung des Gefühls, des Gehörs und auch wohl des Geruchs, wird es uns begreiflich, dass unter den Insekten so manche Blinde ein Dasein führen, welches sie ohne Beschwer zu ertragen scheinen. Vollends kommt hier der Umstand in Betracht, dass die blinden Insekten an sehr dunklen Orten, nämlich stets im Erdboden, unter Steinen oder tiefen Höhlen zubringen, wo sie nur auf die übrigen Sinne angewiesen sind, da das Sehvermögen, selbst wenn es vorhanden wäre, ihnen nichts nützen würde. Wir können hier mit Recht annehmen, dass die Augen solcher Insekten im Laufe der Zeit durch Nichtgebrauch verkümmert und verschwunden sind. Die meisten blinden Insekten haben über den Körper zerstreute lange Tasthaare, die mit dem Nervensystem (vergl. S. 22 dieses Buches) in Verbindung stehen.

Die Augen fehlen in erster Linie mehreren kleinen Arten der Laufkäferfamilie, Carabidae. Es sind namentlich, wie schon auf S. 22 angeführt ist, die bekannten Höhlenbewohner der Gattung *Anophthalmus*, welche mit der Gattung *Trechus* nahe verwandt ist und hauptsächlich wegen der fehlenden Augen und längeren Beine den Eindruck einer besonderen Gattung macht. Die Arten bewohnen die Höhlen von Krain, Kroatien, Italien, Südfrankreich, Nordspanien und Nordamerika. Den Höhlen Deutschlands scheinen sie zu fehlen. *Aphaenops* ist von *Anophthalmus* wenig verschieden und umfasst gleichfalls blinde Arten aus den Höhlen Südfrankreichs und der Pyrenäen.

Ferner giebt es in der Gruppe der Scaritinen bei den kleinen Dyschirien blinde Arten. Vor allen kommt hier der winzige *Spelaeodytes mirabilis* in Betracht, der in einer Grotte der Herzegowina gefunden wird und an Stelle der Augen einen kleinen gelbrötlichen Wulst aufweist. Auf nahe verwandte kleine, gelbrote Arten, welche von *Dyschirius* kaum zu trennen sind, wurde die Gattung *Reicheia* begründet; ihre Augen sind sehr klein und schwer zu finden. Auch unter den echten Dyschirien giebt es Arten mit kleinen Augen, z. B. *rotundipennis* Chaud. Die *Reicheia praecox* hielt Schaum für völlig blind (Annal. Soc. Ent. de France. 1862. Bull. S. 49).

Die Bembidiinen, eine Gruppe der kleinsten Carabiden, welche überall verbreitet sind, enthält einige südeuropäische Gattungen augenloser Arten, nämlich *Scotodipnus, Microtyphlus, Anillus, Typhlocharis, Geocharis* und *Dicropterus*. Ueber aussereuropäische blinde Bembi-

dinen schrieb Ehlers in der Deutschen Ent. Zeitschr. 1883, S. 30—32. Bisher waren von solchen bekannt: *Illophanus stephensi* McLeay (New South Wales) und *Anillus fortis* Horn und *debilis* Lec. (Californien). Der genannte Entomologe führt noch eine fernere Art letzterer Gattung von St. Thomas an und benutzt diese Gelegenheit, um die Aufmerksamkeit der die tropischen Länder bereisenden Entomologen auf die Erforschung der unterirdischen Faunen zu lenken. — Die *Anillus*- und *Microtyphlus*-Arten Südeuropas werden z. T. tief in der Erde unter Steinen gefunden.

Auch einigen der in Ameisennestern lebenden Clavigeriden nämlich *Claviger* und *Adranes*, sowie *Eutyphlus* und *Machaerites*, Gattungen der verwandten Pselaphiden, fehlen die Augen. In letzterer Gattung finden sich aber alle Uebergänge zwischen der Existenz und dem Fehlen der Augen, wie *Machaerites mariae* zeigt. Bei *M. bonvouloiri* sind die Augen sehr klein beim Männchen und verschwinden fast völlig beim Weibchen. (Grenier, Ann. Soc. Ent. de France, 1867. 4. sér. 7. tome, S. 342.) Die beiden Arten der Krainer Höhlen (*spelaeus, subterraneus*) sind augenlos.

Der sein ganzes Leben hindurch schmarotzend auf dem Biber (Castor) Europas und Nordamerikas verbringende *Platypsyllus castoris* Rits. ist blind.

Unter den Trichopterygiden, zu denen die kleinsten Käfer gehören, sind manche Arten, z. B. *Neuglenes apterus* Guér. und *tenellus* Er. oft augen- und zugleich flügellos. An Stelle der Augen findet sich nach Lacordaire eine kleine Erhöhung, welche eine Borste trägt, wie bei *Anophthalmus capillatus* und *Adelops capilliger*. Vergl. Flach, Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien, 1889. S. 513.

Die Familie der Silphiden oder Aaskäfer enthält eine ganze Reihe augenloser Arten, sämtlich von geringer Körpergrösse. Sie verteilen sich auf einige Gattungen und gehören zum allergrössten Teile Europa an, wo sie meistens die Höhlen Krains, Ungarns, Italiens, Südfrankreichs und Spaniens bewohnen. Vor allen gehört hierher die artenreiche Gattung *Adelops (Bathyscia)*, deren Arten, ausser in unterirdischen Höhlen, auch in Wäldern unter abgefallenem Laube und sonst oberirdisch leben.

Andere augenlose Grottenkäfer aus der Familie der Silphiden gehören zu den Gattungen *Leptodirus, Oryotus, Pholeuon, Drimeotus*. Die erstere ist am bekanntesten und bewohnt nebst *Oryotus* die Höhlen Krains, die beiden letzten Gattungen sind in Ungarn zu Hause. Auch *Leptinus testaceus*, der bei uns in Wäldern am Fusse von Bäumen vorkommt, ist augenlos.

Sehr vereinzelt finden sich in Nordamerika blinde Silphiden, nämlich der auch in Europa lebende *Leptinus testaceus*, der verwandte *Leptinillus validus* Horn in den Hudsonsbailändern, der je einen durchscheinenden Augenfleck zeigt, und *Pinodytes cryptophagoides* Mannerh., ein kleiner, 2 mm langer Käfer, welcher auf Alaska

und bei Washington D. C. im Boden unter liegenden Baumstümpfen sich aufhält. Wenn wir die beiden ersten Arten als eigene Familie Leptinidae auffassen, wie es amerikanische Coleopterologen thun, so enthält die Familie der Silphiden in Nordamerika nur eine einzige blinde Art. Früher wurde auch die in der Mammuthhöhle in Kentucky lebende einzige nordamerikanische *Adelops*-Art (*hirtus* Tellk.) für augenlos gehalten. Das war nach Horn ein Irrtum; denn es sind an den Seiten des Kopfes sehr kleine Augen vorhanden.

Der vielbesprochene blinde *Glyptomerus cavicola* H. Müll. (Stettin. Entom. Zeit. 1856, S. 308—312), ein mässig grosser Staphylinide aus der nächsten Verwandtschaft der bei uns in Wäldern überall vorkommenden Arten von *Lathrobium*, wozu er selbst neuerdings gestellt wird, bewohnt die Krainer Tropfsteingrotten. Nach Josephs Untersuchnngen befindet sich bei der genannten Art an der Stelle der Augen „ein Eindruck und in dessen Grunde mehr nach hinten ein sehr kleiner, undeutlich erhabener und mit einer weissen Membran bedeckter Punkt, dessen Oberfläche bei sehr starker Vergrösserung wie granuliert oder gegittert erscheint.“ Ebenso sind die Augen des in den Apenninen lebenden *Glyptomerus etruscus* Picc. beschaffen.

Drei andere kleinere Staphyliniden, welche die Gattung *Apteranillus* bilden und mit *Myrmedonia* nahe verwandt sind, sind ebenfalls augenlos; die eine Art, *A. dohrni*, lebt in Marokko, die andere, *A. raffrayi*, in Algier tief in der Erde unter Steinen; die dritte, *A. convexifrons* gleichfalls in Algier. Vergl. Fairmaire, Stettin. Entom. Zeitung, 1854, S. 73, und Annal. Soc. Entom. de France, 1870, S. 371. M. Quedenfeldt, Berlin. Entom. Zeitschr. 1884, S. 379.

Andere augenlose Käfer sind der tief in der Erde unter Steinen sich aufhaltende *Lyreus subterraneus* Aubé in Südfrankreich und der nahe verwandte, weiter verbreitete *Aglenus brunneus* Gyll., beide Angehörige der Colydiiden; dann die in Mittel- und Südeuropa heimathenden Arten der Lathridiidengattungen *Anommatus* und *Langelandia*. Auch der exotischen Gattung *Clinidium* (Rhysodidae) fehlen die Augen.

Die artenreiche Familie der Curculioniden enthält einige an verborgenen Orten lebende Arten, denen gleichfalls die Augen fehlen. Zuerst die Arten von *Troglorhynchus*, eine Gattung, welche eben so nahe mit der überall in Europa verbreiteten Gattung *Otiorhynchus* verwandt ist, wie *Anophthalmus* mit den hier ebenfalls weit und breit sich findenden Arten von *Trechus*. Der hauptsächlichste Unterschied besteht in dem Mangel der Augen. Doch giebt es Zwischenformen, z. B. in Höhlen lebende *Trechus*-Arten mit verkümmerten, nur aus 20 bis 50 Fazetten bestehenden Augen. Manche Entomologen finden es deswegen auch ratsam, die augenlosen Arten mit den im Besitze der Sehorgane befindlichen zu einer Gattung zu vereinigen. *Troglorhynchus anophthalmus* findet sich in den Grotten von Adelsberg, Kärnthen usw.

Von anderen augenlosen europäischen Curculioniden, z. B. *Raymondia,* einer Gattung der Cossoninen, lebt *Raymondia delarouzei* in der Erde unter grossen Steinen in den Pyrenäen.

Als blinde Dipteren sind einige auf anderen Tieren parasitisch lebende Arten bekannt, z. B. die Bienenlaus, *Braula coeca* Nitzsch, ein ungeflügeltes, kleines, zu den Fliegen gehöriges, auf dem Thorax der Honigbiene lebendes Insekt. Vergl. J. Egger, Beiträge zur besseren Kenntnis der Braula coeca. (Verhandl. d. k. k. zool.-botan. Gesellsch. Wien. III. S. 401 ff.). Auch unter den mit der vorigen zunächst verwandten Fledermausfliegen, Nycteribiidae, giebt es augenlose Arten, während andere einige Ozellen an den Kopfseiten besitzen. Die zunächst verwandten Hippobosciden oder Lausfliegen erfreuen sich dagegen grosser fazettierter Augen.

Unter den Termiten fehlen die Augen den Arbeitern und Soldaten aller Arten der Gattung *Termes*; jedoch fand Hagen bei sehr grossen Soldaten von *Termes bellicosus* an ihrer Stelle einen kleinen helleren Fleck. Bei *Calotermes*-Soldaten sind die Augen klein, weiss, schwach fazettiert, etwas länglich und flach.

Die höhlenbewohnenden Poduriden und Thysanuren, deren bei uns vorkommende verwandte Arten grösstenteils schon durch die geringe Zahl der Ozellen (man wolle S. 151 vergleichen) ausgezeichnet sind, sind wohl sämtlich blind. Joseph führt aus den Krainer Höhlen Arten von *Smynthurus, Dicyrtoma, Tritomurus, Heteromorus, Isotoma, Achorutes, Tomocerus, Cyphoderus, Anurophorus, Anura, Machilis, Troglodromicus, Nicoletia, Campodea* und *Japyx* auf. Aber auch in anderen Gegenden Europas, wo es keine Höhlen giebt, lebende Poduriden, z. B. *Anurida granaria* Nicol., *Cyphoderus albinus* Nicol., *Isotoma fimetaria* L., entbehren der Augen.

Auch in der Ordnung der Hymenopteren, und zwar unter den Ameisen (Formicidae) giebt es blinde Formen, die jedoch ohne Ausnahme dem Arbeiterstande anzugehören scheinen. Bekanntlich giebt es bei den Ameisen ausser dem männlichen und weiblichen Geschlechte noch eine geschlechtslose Form, die sogenannten Arbeiter. Die Arbeiter mancher Arten begnügen sich bereits mit sehr kleinen Augen, die nur sehr wenige Fazetten aufweisen (vergl. S. 157). Nun fehlen den Arbeitern anderer Arten (z. B. *Anomma*) sogar noch diese wenigen Fazetten. Die Insekten sind daher wohl ganz blind; trotzdem verrichten sie die umständlichsten Arbeiten (vergl. Lubbock, Ameisen, Bienen und Wespen. S. 52—53). Blind sind ferner die unter den Namen *Typhlopone, Typhlomyrmex, Amblypone, Syscia* usw. bekannten Ameisen. Auch unter den Arten von *Eciton* (Südamerika) giebt es blinde. Einige *Typhlopone*-Arten kommen nach Joseph in den Krainer Höhlen vor. Keine jener blinden Ameisen, die fast alle zu der Unterfamilie der Ponerinen gehören, findet sich bei uns.

Von Hymenopteren sind ferner die zur Familie der Chalcididen gehörigen Feigeninsekten, *Blastophaga*, im männlichen Ge-

schlechte teilweise augenlos, indem an ihnen weder Seiten- noch Stirnaugen zu entdecken sind. Vergl. G. Mayr, Feigeninsekten, S. 164. (Verhandl. d. k. k. zoolog.-botan. Gesellsch. Wien. 1885.)

Unter den auf Säugetieren schmarotzenden Läusen (Pediculiden) der Gattung *Haematopinus* sind nach Giebels „Insecta Epizoa" einige Arten augenlos. Desgleichen einige Arten von Pelzfressern (Mallophagen), während in dem neueren Werke Piagets („Les Pediculines") die Augen einiger Arten von Liotheiden und von *Gyropus* nur als undeutlich bezeichnet sind.

Augenlos sind schliesslich die Larven vieler Insekten, namentlich die Maden der Dipteren. Unter diesen fehlen allen denjenigen Maden die Augen, welche keinen deutlich abgesetzten Kopf besitzen (Acephalen); aber auch unter den übrigen Dipterenlarven (den Eucephalen), sind viele blind, während bei anderen Ozellen vorkommen. Merkwürdig sind bei den acephalen Dipterenlarven, z. B. bei der Larve von *Miastor* (Cecidomyidae), vereinzelte Augenpunkte, Pigmentflecke, die an verschiedenen Segmenten zum Vorschein kommen können. Sie sind als eine sehr primitive Form der Augenbildung anzusehen, welche, mit einer Nervenendigung in Verbindung stehend, zu dem Körperintegument noch nicht oder kaum in eine nähere Beziehung getreten ist und noch keinen lichtbrechenden Körper aufweist, Vergl. Gerstaecker, Bronns Klassen und Ordnungen d. Tier-Reichs. V. S. 80; Newport. Es ist fraglich, ob dies Sehorgane sind.

Obgleich die Larven zahlreicher Coleopteren (Carabiden, Dytisciden, Silphiden, Dermestiden, Malacodermen, Cleriden, Tenebrioniden, Chrysomeliden, Coccinelliden) 4 bis 6, auch 5, 3 oder 2, zuweilen nur 1 Ozellus an jeder Seite des Kopfes aufweisen, so ist der Mangel der Augen bei den Larven dieser Ordnung doch gleichfalls sehr verbreitet. Es sind hauptsächlich die im Holze, im Innern von Krautpflanzen oder in der Erde sich aufhaltenden, dem Tageslicht fast immer entzogenen Larven der Buprestiden, Cebrioniden, Eucnemiden, der meisten Curculioniden, vieler Cerambyciden, vieler Tenebrioniden, Histeriden, Lamellicornier (ausser *Trox*), Ptiniden, Anobiiden, Tomiciden u. a., denen Augen fehlen.

Die Larven der Hymenopteren sind grösstenteils augenlos. Vergl. S. 152. Bei der Bienenlarve (*Apis mellifica*) bezeichnet eine linsenartige kleine Erhebung an den Seiten des Kopfes die Stelle des späteren Auges (Leuckart).

Hiermit haben wir im grossen Ganzen die bekannten augenlosen Insekten in kurzer Uebersicht kennen gelernt. Einige der obigen Angaben über die Lebensweise lassen bereits erkennen, dass der Mangel der Augen stets mit einem verborgenen Aufenthaltsorte verbunden ist, und dass die meisten blinden Insekten in den Tiefen unterirdischer Höhlen wohnen, in welche niemals oder nur mit schwachem Dämmerscheine das Tageslicht dringt, während sich in

der vorderen Region der Höhlen grossenteils Insekten mit schwach entwickelten Sehorganen aufhalten.

Da die Natur keine Sprünge macht, so finden sich innerhalb derselben Verwandtschaftskreise alle Uebergänge von gut entwickelten bis zu völlig fehlenden Augen. Solche Fälle sind unter den Käfern von *Trechus* und *Anophthalmus*, *Dyschirius* und *Reicheia* (S. 164), bei den Termiten, Poduriden und Ameisen bekannt. Bei einigen Arten von *Anophthalmus* und *Aphaenops* fand Grenier (Annal. Soc. Entom. de France, 1864. S. 137—140) Rudimente oder Spuren von Augen in Form kleiner Erhebungen. Bei *Anophthalmus milleri* ist das kleine, längliche Auge noch schwarz, aber nicht glatt, wie bei den übrigen Arten der Gattung, an deren Kopfseiten die glatte Erhebung das frühere Vorhandensein von Augen anzeigt. Bei *Aphaenops* ist die Spur von Augen auf ein äusserst kleines, verlängertes, gleichfarbiges Feldchen beschränkt.

Auch bei *Glyptomerus cavicola* findet sich jederseits am Kopfe ein äusserst kleiner, nicht fazettierter, an der helleren Färbung kenntlicher augenähnlicher Fleck (s. o.). Dagegen ist bei *Leptodirus*, *Adelops* u. a. nichts zu finden, was auf die Anwesenheit von Augen schliessen liesse.

Die augenlosen Insekten sind, wie schon angeführt, nicht ausnahmslos auf die unterirdischen Grotten beschränkt, auch nicht auf diese und oberirdische Höhlen. Allerdings kommt die Mehrzahl derselben dort vor. Manche jener blinden Arten finden sich in Erdgegenden, wo es keine Höhlen giebt, und zwar in Waldungen unter Steinen, unter abgefallenem Laube, auch in Ameisenhaufen, tief im Boden usw. So z. B. wird *Leptinus testaceus* meist in Wäldern am Fusse von Bäumen, unter abgefallenem Laube und bei Mäusen und Spitzmäusen gefunden. Manche *Adelops*-Arten werden ausserhalb der Höhlen gefunden. Auch *Langelandia anophthalma*, *Anommatus duodecimstriatus*, *Aglenus brunneus* und *Ptinella angustula*, die auch in Norddeutschland wohnen, haben zu Höhlen keine Beziehung; doch können sie daselbst natürlich vorkommen.

Weiteres wird später unter dem Kapitel „Höhlen-Insekten" mitgeteilt werden.

Die Treiber-Ameisen Westafrikas (*Anomma*) unternehmen ihre Raubzüge nur in der Dunkelheit, und die stets flügellosen blinden Termitensoldaten der oben angeführten Gattungen halten sich in ihren dunklen Nestern und Bauen auf.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass die augenlosen Insekten der Flügel entbehren, mit denen sie doch nichts anzufangen wüssten. Bei den blinden Käfern sind die Flügeldecken grossenteils miteinander verwachsen. Manche Arten laufen aber sehr behende, und die zerstreuten, den Körper bekleidenden langen Tastborsten, die sich z. B. bei *Anophthalmus* finden, leisten bei der Fortbewegung gewiss gute Dienste.

Insekten, welche Augen haben und doch nicht sehen können.

Bienenzüchtern fallen zuweilen Drohnen auf, welche statt der schwarzen fazettierten Augen rote oder weisse fazettierte Augen besitzen. Wegen der fast den ganzen Kopf einnehmenden Augen machen solche Drohnen den Eindruck, als ob ihr ganzer Kopf rot oder weiss sei. Helene Lieb besass einen Dzierzonstock, dessen Drohnen die ganze Drohnenzeit hindurch wenigstens zum zehnten Teil „schöne rote Köpfe" hatten. „Sie schienen blind zu sein; denn keine von den abgeflogenen kam jemals mehr ins Flugloch zurück. Auch wurden sie von den Arbeitsbienen hie und da schon vor der Drohnenschlacht verfolgt." (Bienen-Zeitung. Eichstädt. 22. Jahrg. 1866. S. 56.)

Nach den Mitteilungen eines ungenannten Jmkers in Böhmen befanden sich in einem Bienenschwarme neben normalen Drohnen viele, welche ganz weisse Augen hatten. Diese merkwürdigen Drohnen erschienen ebenso munter und lebhaft, wie die übrigen; „allein sie waren blind und konnten beim Ausfluge den Rückweg zum Stocke nicht mehr finden, kamen daher auf ihrer Irrfahrt um. Man fing einige dieser Drohnen ein und liess sie im Zimmer fliegen. Ihr Flug war sehr lebhaft, allein sie stiessen öfter so stark an die Wand, dass sie betäubt zu Boden fielen und sich erst nach einigen Minuten zum Fluge aufrafften. Das absichtlich geöffnete Fenster konnten sie nicht finden." (Bienen-Zeitung. 22. Jahrg. 1866. S. 56.)

Nach v. Siebold (ebenda, S. 73—74) liegt hier ein niederer Grad von Kakerlakenbildung vor. Das Pigment der Augen, worüber in einem späteren Abschnitte gehandelt werden wird, ist hier nicht oder nur mangelhaft ausgebildet. Da das Pigment dazu dient, die Wirkung der einfallenden Lichtstrahlen durch teilweise Aufsaugung der letzteren abzuschwächen, so tritt bei der Abwesenheit des Pigments (weisse Augen) notwendigerweise eine Blendung ein und die Unfähigkeit zu sehen; und auch bei mangelhafter Ausbildung des Pigments (rote Augen) funktioniert das Sehorgan jedenfalls sehr ungenügend. Ohne Zweifel hatten auch die Stirnaugen, worüber nichts mitgeteilt ist, die Sehfähigkeit nicht erlangt.

Die Stirnaugen.

Die Stirnaugen, welche auch Ozellen, Nebenaugen, einfache Augen, Stemmata, Punktaugen oder Scheitelaugen genannt werden, liegen zumeist zu dreien in der Stirn- oder Scheitelgegend, meist aber zwischen den Augen (Fig. 68 oc, S. 149). Wenn drei Stirnaugen vorhanden sind, liegen sie zueinander in der Form eines Dreiecks, dessen Spitze nach vorn sieht, so dass das mittlere vorn auf der Stirn steht, die beiden seitlichen hinten. Gewöhnlich erscheinen sie als gewölbte,

kleine glänzende Punkte, die viel kleiner sind als die fazettierten Seitenaugen. Sie sind nicht fazettiert, sondern einfach und ganz glatt. Sie entsprechen einem Complexe von Fazetten und deren zugehörigen Elementen und unterscheiden sich von den Fazettenaugen dadurch, dass ihre gesamten Elemente von einer einzigen einfachen glatten Haut überdeckt sind. Ihrer Form nach sind sie rund, zuweilen oval oder eckig. Ihre Grösse ist verschieden.

Wenn nur zwei Ozellen vorhanden sind, wird das vordere als unausgebildet betrachtet, z. B. bei Grylliden. Auch bei den Termiten, manchen Landwanzen und Dipteren, den Schmetterlingen u. a. finden sich nur 2 Stirnaugen. Nur eins besitzen die Dermestiden; es ist das mittlere und findet sich auf dem vorderen Teile der Stirn. Bei manchen Cocciden kommen 4 Stirnaugen vor. Zuweilen sind die beiden hinteren Stirnaugen nach hinten gerückt und scheitelständig, z. B. bei manchen Wanzen (*Cimex*, *Pentatoma*), weswegen sie auch Scheitelaugen genannt werden. Sie können auch unmittelbar vor den Augen liegen, bei Fulgoriden; oder innen fast unmittelbar neben den Augen am Rande der Fühlergrube, während das vordere vorn auf der Mitte der Stirn liegt, nämlich bei den Acridiiden.

Eigentümlich ist die Lage zu der mittleren gabelförmigen Scheitelnaht, wo letztere vorhanden, z. B. deutlich bei manchen Holzläusen oder Psociden. Das vordere Stirnauge liegt hier innerhalb der Gabel, nahe im Grunde; die beiden hinteren ausserhalb derselben, je eines neben dem Gabelstiel.

Bezüglich des Fehlens oder Vorhandenseins der Stirnaugen ist es schwer, eine Erklärung für diejenigen Fälle zu finden, die anscheinend unter gleichen und ähnlichen Bedingungen stehen. Dass diese Augen für verborgen lebende Insekten überflüssig sind, ist fast mit Sicherheit anzunehmen. In der That finden sie sich nur selten nicht bei den an versteckten Orten sich aufhaltenden Käferarten. Bei Psociden ist es Regel, dass die kleinen stets ungeflügelten Arten der Stirnaugen ermangeln, während die geflügelten, freilebenden solche besitzen.

Die zahlreichen, gern fliegenden Insekten stellen das grösste Contingent der mit Stirnaugen versehenen Arten, z. B. die zahlreichen Hymenopteren, die grosse Mehrzahl der Dipteren, viele Lepidopteren (ausser den Tagschmetterlingen u. a.), die meisten Trichopteren und alle Wasserjungfern (Odonaten). Diese Thatsache spricht für eine verschiedene Verwendung der Stirnaugen und der Seitenaugen. Die nicht oder wenig fliegenden, also mehr an den Ort gebundenen, gewöhnlich am Boden sich aufhaltenden Insekten haben nur nötig, in einem kleinen Umkreise zu sehen; es genügen ihnen hierzu wohl die Seitenaugen. Die schnell fliegenden Insekten müssen befähigt sein, in die Ferne zu blicken; es sind namentlich solche, welche sich bei Tage versteckt halten und Abends dem helleren Aus-

gange zustreben, z. B. die Nachtschmetterlinge; oder zielbewusst blumenbesuchende Insekten, z. B. zahlreiche Hymenopteren und Dipteren (nicht die der Ozellen ermangelnden Tipuliden) und einige Käfer*); ferner die nach Beute jagenden Insekten, vornehmlich die Odonaten. Die kaum zielbewusst umherflatternden Tagschmetterlinge besitzen keine Stirnaugen, auch nicht die Sphingiden, die mehr vom Geruche geleitet Abends die Blumen aufsuchen. Den über dem Wasserspiegel tanzend flatternden Leptoceriden (Ordnung Trichoptera) fehlen die Stirnaugen, nicht aber den von einem Platze zum anderen fliegenden Limnophiliden, Phryganeiden, Hydropsychiden, die zu derselben Ordnung gehören. Es bedarf genauerer Kenntnis der Flugweise und Lebensweise, um die Beziehung zwischen dieser und dem Vorhandensein oder Fehlen der Stirnaugen auch in anderen Fällen und in jedem einzelnen Falle zu erkennen. Wir kennen freilich den auf- und absteigenden und dabei lokalisierten Flug der Ephemeriden, aber wie verhält sich hierzu das Sehen vermittelst der Ozellen?

Beachtenswert ist zu dieser Darlegung der folgende, von Schönfeld angestellte Versuch. Bekanntlich fliegt eine in das Zimmer genommene Biene gleich auf das Fenster zu und folgt diesem Lichtdrange auch, wenn ihre Seitenaugen mit Lack überzogen und für die Lichtstrahlen unzugänglich gemacht werden. Sie bleibt aber ruhig sitzen, wenn auch die Stirnaugen in derselben Weise behandelt werden. Wird sie mit allein überklebten Stirnaugen aufgescheucht, so fliegt sie gegen die Decke auf, stösst aber überall an. (Bienen-Zeitung. 1865. XXI. S. 88.)

Schon Réaumur hatte gleichfalls mit Honigbienen ähnliche Versuche angestellt. Zuerst bestrich er die Fazettenaugen der Versuchstiere mit Farbe, so dass diese nur mit den Stirnaugen zu sehen vermochten. Die Tierchen erhoben sich schnurstracks sehr hoch in die Luft, so dass sie nicht mehr gesehen wurden. Darnach bedeckte er die Stirnaugen anderer Honigbienen mit demselben Stoffe, so dass sie nur mit den Fazettenaugen sehen konnten. Sie flogen in der Nähe an den Pflanzen herum, aber nicht fort, am wenigsten hoch in die Luft. (Mémoir. pour servir à l'histoire des Insectes. IV. S. 245; V. S. 287.)

Aus beiden Versuchen folgt, dass die Insekten mit allein freien Stirnaugen dem Lichte zu oder in den unbeschränkten hellen Luftraum hinausfliegen, mit allein freien Seitenaugen aber im Umkreise eines und desselben Ortes verbleiben, weil ihr Gesichtsfeld ein engbegrenztes ist.

---

*) Die mit Stirnaugen versehenen Staphyliniden oder kurzflügeligen Käfer, nämlich alle Arten der Gruppe Omaliini, sind die einzigen der Familie, welche zum grossen Teile sich in Blumen und auf Gesträuchen aufhalten, während andere Arten derselben Gruppe (*Lestera*) am Rande von Gewässern leben.

Ueber diesen Gegenstand macht Lubbock in seinem neuesten Werke „Die Sinne und das geistige Leben der Tiere“ (Deutsche Ausgabe, 1889, von W. Marshall) S. 179—185 weitere Mitteilungen.

Den auf der untersten Organisationsstufe der Ordnung der Insekten stehenden Thysanuren und Poduriden, sowie den sich bald anschliessenden Embiiden und Forficuliden scheinen die Stirnaugen durchweg zu fehlen. Unter den Myriopoden sind sie ganz fremd. Auch die Pediculiden oder Läuse, die Mallophagen und Puliciden oder Flöhe ermangeln derselben. Während sie den Blattiden meistens fehlen, besitzen die Termiten ihrer zwei, nur *Termopsis* keine. Auch die Psociden oder Holzläuse sind damit versehen, nur die flügellosen Gattungen, z. B. *Troctes, Hyperetes, Tropusia, Atropos* und auch *Psoquilla* müssen sich ohne Stirnaugen behelfen. Hagen fand aber bei mehreren Stücken von *Atropos pulsatoria* 3 deutliche Stirnaugen, deren Stellung nicht völlig mit derjenigen der geflügelten Psociden übereinstimmte (Stettin. Entom. Zeitung, 1883. S. 305).

Auch die ungeflügelten Arten der Thysanoptera oder Blasenfüsser haben keine Stirnaugen aufzuweisen *(Phloeothrips)*, wohl aber die geflügelten, z. B. von *Thrips*.

Das weitverbreitete Vorkommen von Stirnaugen bei den echten Orthopteren ist sehr verschieden. Sie fehlen teils, teils sind sie vorhanden bei den Phasmiden und Grylliden, kommen fast überall bei den Acridiiden vor, stets bei den Mantiden, fehlen aber mit wenigen Ausnahmen den Locustiden.

Auch die Wasserjungfern (Odonaten) sind stets mit noch 3 Stirnaugen ausgerüstet, obgleich ihre hochgewölbten Seitenaugen schon enorm gross sind. Ebenso kommen sie durchweg, meist in der Zahl von 3, zuweilen 2, bei den Eintagsfliegen (Ephemeriden) vor.

In der mannigfaltigen Ordnung der Hemipteren, wozu die Wanzen, Zikaden und Läuse gehören, sind die Reduviiden, Pentatomiden, Coreoden und Lygäiden, Zicadiden, Membraciden und Psylloden mit Stirnaugen beglückt, z. T. auch die Cocciden (vergl. S. 151), Zicadelliden, Fulgoriden, Hydrometriden (nicht *Velia*). Andere Gruppen, wie die Capsiden, Notonectiden, Nepiden, Halobatiden und Aphiden müssen sie entbehren.

Die Männchen mancher Cocciden *(Dactylopius, Putonia, Lichtensia* u. a.) sind durch 4 Stirnaugen ausgezeichnet. Vergl. Signoret l. c.

In der Ordnung der Coleopteren befinden sich nur wenige Arten, welche mit Stirnaugen versehen sind. Diese Arten gehören den Familien Staphylinidae, Dermestidae, Paussidae und Hydrophilidae an.

1. Staphylinidae. Stirnaugen kommen zuerst allen Omaliinen *(Lesteva, Anthophagus, Omalium, Anthobium, Olophrum, Lathrimaeum, Micralymma* usw., welche fast alle bei uns vor-

kommen) zu; sie liegen zu zweien auf dem Niveau des Hinterrandes der Augen und sind sehr klein. In der Gruppe der Oxytelinen findet sich bei *Trogophloeus argus* Lec. ein Stirnauge; ebenso bei *Phloeobium* und *Metopsia* aus der Gruppe der Proteininen. Auch bei *Euaesthetus*, einer Gattung der Steninen, werden Stirnaugen angegeben.

2. Dermestidae. Hier tritt ein einzelnes Stirnauge fast in allen Gattungen und bei allen Arten, nämlich bei *Attagenus, Anthrenus, Trogoderma, Tiresias, Hadratoma, Megatoma, Trinodes* u. a. auf. Es fehlt aber der Gattung *Dermestes*.
3. Paussidae. Unter diesen merkwürdigen Käfern giebt es eine Gattung *Hylotorus* (Westafrika), welche sich durch zwei quer gestellte Stirnaugen auszeichnet.
4. Hydrophilidae. Die einzige mit Stirnaugen ausgerüstete Art dieser Familie *Prosthetops capensis*, lebt im Caplande und ist nahe mit *Helophorus*, einer deutschen Gattung, verwandt. Vergl. Waterhouse, Journ. Linn. Soc. Zool. 14. Bd. 1879, S. 533.

Die Trichopteren besitzen zum allergrössten Teile Stirnaugen, die stets in der Zahl von 3 vorhanden, aber wegen der dichten Behaarung des Kopfes nicht leicht zu finden sind. Sie fehlen den Sericostomiden (ausser *Thremma*), den Leptoceriden, teilweise den Hydropsychiden *(Polycentropus)* und Rhyacophiliden *(Beraea)* und einigen Hydroptiliden *(Orthotrichia, Hydroptila)*. Vergl. Mac Lachlan, Monographic Revision of the Trichoptera of the European Fauna. — Hagen, Stettin. Entom. Zeitung. 1863, S. 112.

Unter den Lepidopteren kommen Stirnaugen fast nur bei den Nacht- und Kleinschmetterlingen vor. Sie fehlen den Tagschmetterlingen (Rhopaloceren), mit einer Ausnahme, so weit bis jetzt bekannt ist. Denn der amerikanische Naturforscher Scudder führt in seinem neuesten Werke (The Butterflies of the Eastern United States and Canada. 1888—89. S. 37) an, dass sich bei einigen Arten der zu den Hesperiiden gehörigen Gattung *Lerema* in einem oder in beiden Geschlechtern auf der Mitte der Stirn ein einzelner Ozellus befinde.

Auch die Sphingiden, die Geometriden, die meisten Xylotrophen oder Holzbohrer (Cossidae, Hepialidae, Castniidae), manche Bombyciden (z. B. *Saturnia, Bombyx, Lasiocampa*), einige Zygäniden *(Glaucopis)*, auch eine Anzahl Pyraliden, Tineiden und Pterophoriden scheinen Stirnaugen nicht nötig zu haben, da sie ihnen fehlen.

Vorhanden sind sie bei den Euprepiiden, den Lithosiiden, den Noctuiden, den Tortriciden, einem Teile der Holzbohrer (Sesiidae), manchen Zygäniden *(Zygaena)*, grossenteils bei den Bombyciden, vielen Pyraliden, Tineiden und Pterophoriden. Es sind niemals mehr als 2 Ozellen entwickelt.

Bei den Hymenopteren sind die Stirnaugen fast allgemein, und zwar zu dreien, vorhanden. Sie fehlen nur häufig den Arbeitern der Ameisen; auch den männlichen Feigeninsekten, *Blastophaga*.

Die Neuropteren erfreuen sich nur zum geringen Teile der Stirnaugen, z. B. *Osmylus* und die Sialiden, ausser *Sialis*. Bei *Corydalis*, einer Gattung der letzteren Familie, sind sie sehr gross. Unter den Kameelhalsfliegen, Raphidiidae sind sie bei den Arten von *Raphidia* deutlich, fehlen aber der seltenen *Inocellia crassicornis*.

Von den Panorpiden sind *Panorpa*, *Panorpodes* und *Bittacus* durch 3 Ozellen ausgezeichnet, nicht aber die flügellose Gattung *Boreus* und die geflügelte *Merope* (Nordamerika), denen sie fehlen.

Einige Stirnaugen finden sich bei der grossen Mehrzahl der Dipteren, fehlen aber in den auf der untersten Entwicklungsstufe stehenden Familien, nämlich den Psychodiden, Culiciden, Chironomiden und Tipuliden, ausser *Trichocera*, vergl. Osten-Sacken, Stettin. Entom. Zeitung, 1862, S. 128. Auch fehlen sie meistens den Cecidomyiden (Gallmücken) und Simuliiden. In der Familie der Conopiden fehlen sie allen Angehörigen der Gruppe Conopinae, nicht aber der zweiten Gruppe Myopinae. Auch die Tabaniden ermangeln grossenteils *(Tabanus. Haematopota, Hexatoma)* der Nebenaugen. Ebenso alle Midasiden (nach Brauer), während Schiner sie als undeutlich bezeichnet. Nach diesem Dipterenforscher (Fauna Austriaca: Die Fliegen. Wien, 1862—64) sind durch 3 Stirnaugen ausgezeichnet die Stratiomyiden, Xylophagiden, Coenomyiden, ein Teil der Tabaniden, die Nemestriniden, Bombyliiden, Acroceriden (2 oder 3, 0 oder sehr undeutlich *Astomela)*, die Empiden, Asiliden, Scenopiniden, Thereviden, Leptiden, Platypeziden, Lonchopteriden, Pipunculiden, Syrphiden, Conopiden (nur die Gruppe Myopinae), die Oestriden, Phoriden, Bibioniden, Mycetophiliden (2 oder 3), Rhyphiden. Die Stirnaugen sind z. T. bei den Hippobosciden nicht ausgebildet.

Javet teilt einen Fall von ausnahmsweise auftretender Ozellenbildung mit. Ein Exemplar einer Rüsselkäferart, *Polydrusus corruscus*, an dem der sehr vergrösserte Kopf auffiel, zeigte oberhalb des rechten Fazettenauges ein deutlich ausgebildetes Stirnauge. Der Käfer stammt aus den Salzburger Alpen. (Annales de la Soc. Entom. de France. 1852, S. 29—30.)

Die Larven derjenigen Insekten, welche im entwickelten (erwachsenen) Zustande Stirnaugen aufweisen, besitzen diese noch nicht. Nur die keine oder eine unvollkommene Verwandlung durchmachenden Insekten zeigen im Larvenzustande, sofern das fertige Insekt mit Stirnaugen versehen ist, diese zuweilen undeutlich. Die Stirnaugen erscheinen als eine Zugabe, welche dem ausgebildeten Insekt

mit auf den Weg gegeben wird. Sie werden schon bei den Larven vorgebildet. Bei den Larven von *Calopteryx* (Odonata) sind sie ziemlich deutlich.

Da die Larven gewöhnlich am Orte verbleiben und sogar meist versteckt leben, so fehlt eben (von Ausnahmen abgesehen) das Erfordernis, welches bei fliegenden Insekten, wie S. 171 dargelegt wurde, meist Stirnaugen im Gefolge hat.

---

f. Die Fühler oder Antennen.

Wichtige und für das Dasein des Insekts wohl unentbehrliche Organe sind die Fühler oder Antennen. Sie fehlen keiner Art; auch nicht den Larven, an denen sie zuweilen so winzig sind, dass kaum das versteckte Rudiment erkannt werden kann. Auf ihrer Vorbildungsstufe werden sie auch ohne Ausnahme bereits als ein Paar kurzer Zapfen am ersten Segment des Keimstreifs erkannt. Den Gebrauch dieser vorderen Kopfanhänge gewahren wir, wenn das Insekt nach Nahrung sucht, eine Oertlichkeit erforscht, auf ein plötzliches Geräusch achtet; denn die Fühler sind Träger von Sinneswerkzeugen.

Die beiden zu den Fühlern gehörigen Hauptnerven kommen aus dem Gehirn, dem Oberschlundganglion, während die Nerven aller Kiefernpaare aus dem zusammengesetzten Unterschlundganglion entspringen. Vergl. S. 104.

Bei anderen Arthropoden, z. B. den Arachniden, sind die Fühler kieferförmig, aber auch gegliedert, bei den Myriopoden gleichen sie einfachen Insektenfühlern.

Wenn es Gesetze der Aesthetik giebt, so ist es keine Frage, dass einem Insekt die Fühler oder Fühlhörner zur Zierde gereichen. Ein Käfer z. B. mit kurz abgebrochenen Fühlern sieht ebenso hässlich aus, wie ein Mensch mit abgeschnittenen Ohren aussehen würde. Andererseits aber passen zu einem Insektenkopfe, dessen grosse Augen die ganzen Kopfhälften einnehmen, sehr kurze, pfriemenförmige Fühler z. B. bei Libellen und Fliegen.

Die Mannigfaltigkeit der Fühler der fast zahllosen Insektenarten ist so gross, dass es schwierig ist, die Form und Bildung im einzelnen Falle, aber auch nach morphologischen Kategorien mit ihrer Bedeutung in Einklang zn bringen, die Form und Bildung aus den natürlichen Verhältnissen, unter denen das Insekt lebt, zu erklären. Das liegt zum grossen Teil an unserer Unkenntnis oder geringen Kenntnis von dem Thun und Treiben und den Gewohnheiten der einzelnen Art. Es ist der Versuch gemacht, die verhältnismässig enorme Entwicklung der Fühler der Blatthornkäfer (Lamellicornia) zu erklären. Da nämlich die Insektenfühler mit zahlreichen Nervenendapparaten, welche Sinneswahrnehmungen vermitteln, ausgerüstet

sind, worauf wir in einem späteren Kapitel noch zurückkommen werden, so liegt es nahe, den Blatthornkäfern, deren Fühlerglieder zum Teil eine starke und blattförmige Vergrösserung erfahren haben, womit eine Vermehrung der Sinnesapparate Hand in Hand ging, einen in hohem Grade entwickelten Sinn, etwa Geruchs-, Geschmacks- oder Gehörsinn zuzuschreiben. Die Mistkäfer, Angehörige der Gruppe der Blatthornkäfer, waren am besten dazu geeignet, als Versuchstiere zu dienen. In der That vermögen diese Insekten aus grösserer Entfernung den Dung, namentlich den frisch zu Boden gefallenen Auswurf grösserer Säugetiere wahrzunehmen. Die Deutung der blattartig erweiterten Endglieder der Fühler als Geruchsorgan schien richtig zu sein. Aber dieser Lehrsatz ist ohne Berücksichtigung der Maikäfer aufgestellt worden, deren Fühler viel mehr ausgebildet sind als diejenigen der Mistkäfer, und doch scheinen die Maikäfer nicht nötig zu haben, ein besonders hoch entwickeltes Geruchsvermögen zu entwickeln: sie fressen das Laub der Bäume in unmittelbarer Nachbarschaft ihres Geburtsortes, die Geschlechter finden sich leicht vermöge der grossen Zahl der Einzelwesen. Vielleicht liegt aber gerade den Maikäfern daran, die Reinheit und Milde der Luft zu erforschen, wenn es ihnen beliebt, bei Sonnenuntergang die Kronen der Bäume zu umschwärmen. Auch die Abend- und Nachtschmetterlinge erfreuen sich in zahlreichen Fällen gefiederter Fühler. Da ferner das männliche Geschlecht in der Entwicklung der Fühler gegenüber dem weiblichen im Vorteil ist, so nützen dem Männchen die Fühler gewiss auch beim Aufspüren des Weibchens.

Wozu dienen ferner zahlreichen Arten der Bockkäfer (Longicornia) die so überaus langen Fühlhörner, die wiederum im männlichen Geschlecht am längsten sind? Hier muss zuerst der Mikroskopiker eingreifen und die feine Beschaffenheit der Oberhautstruktur, sowie die Entwicklung des Fühlernervenapparates untersuchen. Wir erinnern uns hierbei der Abhandlung Erichsons „De fabrica et usu antennarum in insectis“ und ausser anderen namentlich der Abhandlung von Kräpelin „Ueber die Geruchsorgane der Gliedertiere“. Schliesslich kann der Zufall zuweilen lehrreich sein; Lubbock nämlich besass in einem seiner Nester von *Formica fusca* eine Ameise, welche ohne Fühler zur Welt gekommen war, das Nest nie verliess und unfähig war, ihrer Arbeit nachzugehen oder den Weg zu finden. Vergl. „Ameisen, Bienen und Wespen“. Deutsche Ausgabe. 1883. S. 88.

Es ist alsdann zu verweisen auf Wasmanns höchst anziehende Mitteilungen über die Organisation der Ameisengäste, namentlich der kleinen Keulenkäfer, *Claviger testaceus*. Da diese Käfer gänzlich von der Fürsorge der Ameisen abhängen und in keiner Weise für sich selbst zu sorgen haben, so sind auch ihre Mundteile und Fühler sehr reduziert. Vergl. Tijdschr. v. Entomologie, Bd. XXXIII, 1890, S. 37; Biolog. Centralblatt, 9. Bd. 1889, S. 304.

Es ist aber nicht allein die spezielle Zweckmässigkeit, welche den Fühlern Gestalt und Grösse vorschreibt. Sie unterliegen z. T. auch der Herrschaft der Gruppencharaktere. Die seitliche Erweiterung einiger oder der meisten Fühlerglieder findet sich zumeist unter den Coleopteren, Lepidopteren und Dipteren, Ordnungen, die untereinander doch sehr verschieden sind und nur der allergemeinsten Merkmale wegen zusammen und zu der Klasse der Insekten gehören. Trotz der grossen Aehnlichkeit der gefiederten Fühler, wie sie in den drei genannten Ordnungen sich zeigt (eine vielleicht gleichen oder ähnlichen Zwecken dienende Bildung), ist der Fühler jeder Ordnung bald herauszufinden; der Bau desselben ist in jedem Falle ein typischer für die betreffende Ordnung.

Wir finden alsdann in Ordnungen niederer Rangstufe vielfach meist kurze, aus wenigen Gliedern bestehende Fühler, z. B. bei den Springschwänzen (Poduridae), den Wasserjungfern (Odonata), den zikadenartigen Insekten (einem Teile der Homoptera). Da die Fühler dieser Insekten denjenigen der Larven von Insekten höherer Rangstufe ähnlich sind, so sind die Fühler jener Insekten vielleicht als Erbteil eines niedrigen Entwicklungsgrades aufzufassen.

Zuweilen ist die Lebensweise vielleicht die Ursache einer geringen Ausbildung, z. B. bei den Wasserwanzen, deren Fühler oft sehr verborgen liegen, z. B. bei den Rückenschwimmern, *Notonecta*, den Wasserscorpionswanzen, *Nepa, Ranatra, Belostoma* u. a. Lange Fühler mögen im Wasser sehr hinderlich sein. Thatsächlich sind auch die Fühler mancher in und auf dem Wasser lebender Käfer, z. B. Parniden und Gyriniden, sehr verkürzt; und hier liegt es ganz nahe, die eben für die Wasserwanzen in Anspruch genommene Ursache, die in den Lebensverhältnissen zu suchen sei, gelten zu lassen, weil die Käfer ja sonst durchweg lange Fühler besitzen.

Die Kürze der Fühler der Larven hat auf diejenige des entwickelten Insekts keinen Einfluss. Denn äusserst winzig, eigentlich gar nicht bemerkbar und nur unter dem Vergrösserungsglase eben sichtbar sind die Fühler der grossen Larve des Eichenbocks, *Cerambyx heros,* der jetzt *cerdo* heisst, und wie mächtig sind dagegen die Fühler des entwickelten Käfers. Manchen Larven, namentlich den madenförmigen, fusslosen Larven der Rüsselkäfer (Curculionidae) wird nachgesagt, dass sie keine Fühler besitzen. Selbst an den sehr grossen Larven der Palmenbohrer (*Rhynchophorus*) sind sie nicht zu sehen. Aber Candèze behauptet, dass sie vorhanden sind. Und Signoret will uns glauben machen, dass den madenförmigen Weibchen der Schildlausgattung *Diaspis* Fühler und Beine vollständig fehlen.

Die Stellung der Fühler.

Die Fühler sitzen bei sehr vielen Insekten zwischen dem Grunde der Oberkiefer und den Augen, also vor den Augen (Fig. 63, 64,

67, 69, 76), aber zuweilen etwas einwärts gerückt; bei anderen Insekten befinden sie sich neben den Augen auf der Stirn (Fig. 59, 61, 68, 73, 74) und sind in diesem Falle einander genähert (Fig. 66 u. 78) oder voneinander entfernt (Fig. 72, 74). Bei den Dipteren, Lepidopteren und Trichopteren, deren Kauwerkzeuge verkümmert, abwesend oder zu einem Saugorgane umgebildet sind, sind die Fühler einander sehr genähert, während sie bei den beissenden Insekten gewöhnlich voneinander getrennt stehen.

Bei zahlreichen Hemipteren stehen die Fühler unterhalb der Augen (Fig. 65a), bei den Flöhen (Pulicidae) hinter den Augen.

Für die Einlenkung des Fühlers am Kopfe dient gewöhnlich eine kleine Vertiefung, die Fühlergrube (Fig. 76 x). In anderen Fällen ist der Rand der Fühlergrube erhaben und ungleichmässig wallförmig, z. B. bei *Cerambyx*, wo die Fühlergrube mit dem Fühler innerhalb der tiefen Ausrandung des Auges gelegen ist (Fig. 77). Auch kommt es vor, dass die vergrösserte Umwallung der Fühlergrube höckerartig oder kegelförmig sich erhebt, und zuweilen erscheint diese Erhebung so selbständig, dass sie einem Fühlergliede ähnlich sieht und manchmal dafür gehalten wird. In der Fliegengattung *Ceria* (Fig 78) sitzen die beiden nahe aneinander gerückten Fühler auf einem gemeinsamen langen, griffelförmigen Stirnfortsatze.

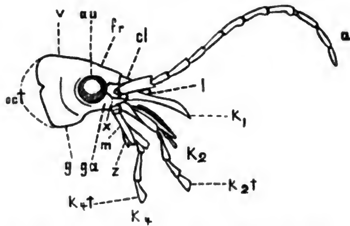


Fig. 76. Kopf eines Laufkäfers, *Carabus hortensis* L., von der Seite gesehen. Vergl. S. 132. — a, Fühler oder Antenne; x, Grube für die Einlenkung des Fühlers.


Fig. 78. Auf einem gemeinsam. Stirnfortsatze entspringende Fühler von *Ceria*. Nach Guérin.

Es scheint, dass die beweglichen Höcker unmittelbar vor dem Grunde der Fühler am Kopfrande bei *Docophorus*, einer Gattung der lausartigen Pelzfresser oder Mallophagen, Beziehungen zu den Fühlern haben.

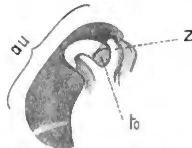


Fig. 77. Auge und Fühlergrube von *Cerambyx cerdo*. Orig. — au, das tief ausgerandete Auge; to, die Fühlergrube; z, der wallförmige Rand derselben.

Ueber die Stellung der Fühler innerhalb der Ausrandung der Augen bei vielen Käfern vergl. man S. 161 und Fig. 73 u. 74.

Die Stellung der Fühler ist wohl durchweg ein wichtiges Kennzeichen grösserer Verwandtschaftsgruppen. So z. B. stehen die Fühler bei den Cicindeliden stets auf der Stirn, bei den Carabiden hinter dem Grunde der Oberkiefer. In der Familie der Staphyliniden sind die Gruppen gleichfalls durch die Stellung der Fühler gekennzeichnet; die Arten von *Stenus* z. B., die in der Bildung des Vorderkörpers mit den Cicindelen eine so grosse äussere Aehnlichkeit besitzen, tragen auch, wie diese, die Fühler auf der Stirn. Ob nur biologische oder nur morphologische oder beide Ursachen hier zu Grunde liegen, ist noch nicht entschieden.

Die Teile eines Fühlers.

Ein Fühler ist, gleichwie der ganze Insektenkörper, gegliedert. Auch die Verbindung der Glieder ist dieselbe. Oft ist die Gliederung eine freie, oft sind aber die Glieder mit ihrem Wurzelende in das erweiterte Endstück des vorhergehenden Gliedes etwas eingesenkt. Hierauf beruht auch die walzenförmige oder kolbenförmige Gestalt der Glieder vieler Insektenfühler, wie aus Fig. 79 zu ersehen ist.

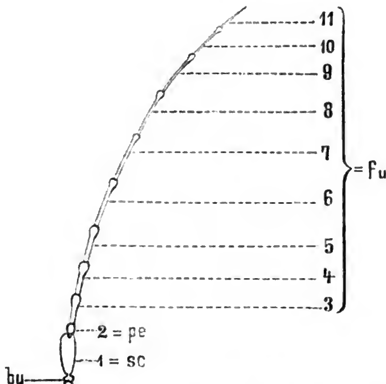


Fig. 79. Fühler eines Bockkäfers, *Cerambyx*. Orig.
1. Glied, sc = scapus, Schaft; bu, knopfförmiger Grundteil desselben;
2. „ pe = pedicellus, Verbindungsglied;
3. bis 11. Glied, fu = funiculus, Fühlerfaden oder Geissel.

Wir sehen, dass die ersten Glieder meist anders gebildet sind, als die übrigen. Es sind in der That zu unterscheiden (Fig. 79):

1. die beiden Grundglieder, sc und pe;
2. Der Fühlerfaden oder die Geissel, fu.

Von den beiden Grundgliedern wird das erste (Fig. 79 sc) als Schaft

(scapus) bezeichnet; es ist bei den allermeisten Insekten an Umfang und Länge das grösste Teilstück des Fühlers; bei den Rüsselkäfern (Fig. 64) und vielen Hymenopteren (Fig. 85) ist es bedeutend verlängert.

Das zweite Grundglied (Fig. 79 pe) ist das Verbindungsglied (pedicellus) zwischen Schaft und Fühlerfaden. Es ist bei vielen Insekten von den Gliedern des letzteren verschieden, bei anderen aber ebenso gebildet, wie diese. Bei zahlreichen Insekten ist es dem Schaftgliede ähnlicher als den Gliedern des Fühlerfadens.

Der Fühlerfaden ist gewöhnlich aus mehreren, zuweilen zahlreichen Gliedern zusammengesetzt.

Die abgesonderte Stellung der beiden Grundglieder wird noch dadurch bestimmt, dass diese meist nicht an der Bekleidung und Skulptur der Geisselglieder teilnehmen. Auch die Sinneswerkzeuge finden sich nicht an ihnen; selbst der dreigliedrige Fühler von *Hylotoma* (Tenthredinidae) trägt an den zwei kurzen ersten Gliedern keine Sinnesgruben, sondern nur an dem langen dritten Gliede (Erichson). Bei den meisten Insekten sind die Geisselglieder anders gestaltet und beschaffen als die beiden Grundglieder. Wenn die Fühler wedel- oder sägeförmig erscheinen, so beginnt diese Bildung erst am dritten Gliede, also am ersten Gliede der Geissel, z. B. bei den ausländischen Rhipiceriden (Käfer), vielen Elateriden (Schnellkäfer), zuweilen aber erst am vierten Gliede, dem zweiten Gliede der Geissel. (Fig. 89, 91, 93, 94.)

Die Geissel sitzt dem zweigliedrigen Grundteil bei sehr vielen Insekten in Form eines langen Fadens oder einer Borste auf.

Das zweite Grundglied ist zuweilen sehr klein und bei oberflächlicher Betrachtung nicht gleich sichtbar. Kleiner als das erste und dritte Fühlerglied ist es fast bei allen Insekten. Ausnahmsweise ist jedoch das zweite Glied das grösste von allen, z. B. bei *Aleurodes*, einer Gattung der Pflanzenläuse (Fig. 80), unter den Käfern bei *Parnus* und *Gyrinus*.

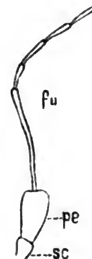


Fig. 80. Fühler mit sehr grossem zweiten Gliede von einer Pflanzenlaus der Gattung *Aleurodes*. Nach Signoret.

Zwischen dem mit einem längeren Gliede beginnenden Fühlerfaden und dem grossen Grundgliede erscheint das kleine zweite Grundglied als wirkliches Verbindungsglied. (Fig. 79, 89, 91.)

Dass die Trennung der Fühlerteile in obiger Weise gerechtfertigt und natürlich ist, erfahren wir, wenn wir der Sache auf den Grund gehen und die Entstehungsursache des Fühlers beachten. Die Fühler werden schon frühzeitig im Ei angelegt. Vergl. Fig. 57a. Am reifen Embryo mancher Insekten sind die beiden Grundglieder bereits ausgebildet, während die Geissel noch ungegliedert ist und erst später sich gliedert. Fritz Müller schrieb hierüber im „Kosmos“, 17. Bd. 1885, S. 201—204. Wir fanden die Fühler eben aus den Eiern geschlüpfter Libellenlarven dreigliedrig,

aus zwei kurzen Grundgliedern und einem langen Endgliede bestehend, welches sich später in fünf Glieder teilt und die Geissel darstellt. Auch bei jungen Psocidenlarven, deren Fühler weniger Glieder haben als bei den ausgebildeten Insekten, entstehen neue Glieder nur durch Teilung mittlerer Glieder vom dritten Gliede an, während die schon beim Embryo selbständigen beiden ersten Glieder während des Wachstums an der Bildung neuer Glieder nicht teilnehmen.

Morphologisch kann der Schaft mit dem Hüftgliede, das Verbindungsglied mit dem Schenkelringe der Beine verglichen werden. Vergl. das spätere Kapitel über die Beine.

Ringelung der Fühlerglieder mancher Insekten.

Bei gewissen Insekten erscheinen Teile der Fühler, obgleich sie einfach sind, unter einem Vergrösserungsglase geringelt. Die Ringel sind bei den Fliegen (Dipteren), wo sie sich in vielen Gattungen namentlich an der feinen Endborste finden, als selbstständige Glieder anzusehen; denn es finden sich in anderen Fliegengattungen Uebergänge zu der gewöhnlichen Form der Fühler. Vergl. den Abschnitt „Zahl der Fühlerglieder" S. 190—191.

Wirklich geringelt sind aber die Glieder mancher anderer Insekten. Signoret bringt dies bei den Fühlern der Eichenlaus, *Phylloxera quercus* Fonsc. zur Darstellung (Annal. Soc. Ent. de France. 4. sér., T. 7. 1867, S. 301; Taf. 7, Fig. 1—3). Die Fühler sind dreigliedrig; aber das dritte Glied besteht scheinbar aus einer grossen Anzahl sehr kurzer Glieder. Diese Beschaffenheit wird als „falsche Gliederung" bezeichnet.

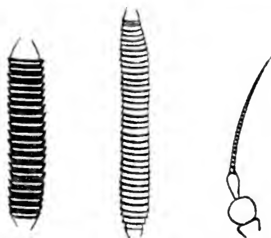


Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83.

Fig. 81. Erstes Glied des Fühlerfadens einer Staublaus, *Troctes silvarum* Kolbe. Orig.
Fig. 82. Erstes Glied des Fühlerfadens der gemeinen Staublaus, *Troctes divinatorius* O. F. Müll. Orig.
Fig. 83. Ein Fühler mit geringelter Geissel von einer *Cephalelus*-Art (Jassidae).

Auch bei einigen Arten der Holzläuse (Psociden), nämlich bei *Troctes divinatorius* und *silvarum*, sind die Fühlerglieder geringelt (Kolbe, Entomol. Nachr. 1888, S. 235). Hierzu Fig. 81 u. 82.

Die den zwei Grundgliedern der Fühler der Buckelzirpen (Membraciden) aufsitzende Fühlerborste ist nach Westwood (Introduction to the modern classification of insects. Bd. II. 1840. S. 432) zuweilen deutlich gegliedert. Dasselbe findet sich bei Kleinzirpen (*Cephalelus*, Fig. 83).

Auch das Endglied der kurzen viergliedrigen Fühler der Flöhe (*Pulex*) zeigt eine Anzahl Ringel, so dass die Fühler dieser Insekten zuweilen für mehrgliedrig gehalten wurden.

Aehnlich wie bei *Troctes* sind die Glieder der Fühler von *Machilis maritima* geringelt, so dass diese vielgliedrig erscheinen. Oudemans hält in seiner schönen Abhandlung über die Thysanura und Collembola die Ringelung für eine Gliederung und zählt 232 Glieder an jedem Fühler. Eine Gelenkverbindung scheint indess diesen Ringeln zu fehlen; denn wenn die Fühler brechen, so geschieht dies nur an der Verbindung zweier eigentlicher Glieder. Es geht daraus hervor, dass letztere nur geringelt sind.

Der Zweck der Ringelung, welche nur auf eine ringförmige Chitinverdickung zurückzuführen ist, ist anscheinend vermehrte Biegsamkeit.

Form der Fühler.

Die grosse Mannigfaltigkeit der Lebensverhältnisse der Insekten, im allgemeinen und im speziellen, und die damit Hand in Hand gehende Verschiedenheit im Fühlerbau haben wir schon S. 176 ff. uns vorgestellt. Es erübrigt nur noch, auf die Formen hier näher einzugehen. Aber es ist nicht möglich, dieses Kapitel hier erschöpfend zu behandeln, weder in morphologischer noch in physiologischer Beziehung.

Die einfachste Form stellt der faden- oder borstenförmige Fühler dar, wie er sich namentlich überall in den Ordnungen der Orthopteren (Fig. 84), Neuropteren und Coleopteren findet. Eine Verdickung der Endglieder kann gleichmässig oder nur einseitig sein. Die einseitige Verdickung einiger oder der meisten Endglieder geht mehrfach in eine blattförmige Erweiterung über. Oft erscheinen die Fühler kammförmig, indem alle Glieder der Geissel einseitig zahnförmig erweitert sind. Oder es tritt eine einfache oder doppelte Fiederung auf, indem jedes einzelne Geisselglied ein oder zwei einfache seitliche Zweige trägt. S. 185 und 186.



Fig. 84. Borstenförmiger Fühler einer Laubheuschrecke, *Meconema varia*. Orig.

In gewissen Gruppen sind die Fühler gekniet oder gebrochen, d. h. der Schaft ist lang, und die Geissel samt dem Verbindungsgliede steht zu diesem in einem Winkel, z. B. bei den Ameisen (Formicidae), Bienen (Apidae), Wespen (Vespidae), Pteromaliden, Rüsselkäfern (Curculionidae). S. Fig. 85.

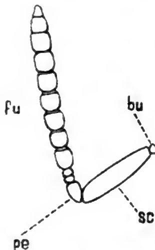


Fig. 85. Geknieter Fühler einer kleinen Schmarotzerwespe von der Gattung *Pteromalus*.

Die Formverschiedenheit der Geissel ist in Folgendem dargelegt.

1. Fadenförmige Geissel. Alle Glieder sind in der Stärke einander gleich, ihrer Form nach walzenförmig oder kegelförmig (Fig. 80). Beispiele: *Cicindela* (Käfer), viele Schlupfwespen (Ichneumonidae), Blattläuse (Aphidae).
2. Perlschnurförmige Geissel. Die Glieder sind einander gleich und mehr oder weniger kugelförmig, so dass sie wie Perlen aneinander gereiht erscheinen, z. B. bei manchen Neuropteren (*Osmylus, Hemerobius, Sisyra).*
3. Borstenförmige Geissel. Die Glieder nehmen zur Spitze hin an Grösse ab, sind walzenförmig, kegelförmig oder kolbenförmig. Der Fühler wird dann als borstenförmig bezeichnet (Fig. 84). Beispiele: Heuschrecken (Locustidae), Schaben (Blattidae), Laufkäfer (Carabidae), Bockkäfer (Longicornia), Trichopteren.

Bei manchen Insekten, z. B. Zirpen, einer Abteilung der Hemipteren, besteht die Geissel der meist ziemlich kurzen borstenförmigen Fühler aus einem einzigen Gliede. Fig. 86.

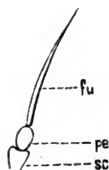






Fig. 86. Fig. 87. Fig. 88.

Fig. 86. Fühler mit ungegliederter kurzer Geissel von einer Buckelzirpe, *Centrotus.*
Fig. 87. Kolbenförmiger Fühler eines Aaskäfers von der Gattung *Colon.*
Fig. 88. Keulenförmiger Fühler eines Tagschmetterlings. Schematisch.

4. Kolbenförmige Geissel. Die Geissel wird zur Spitze hin allmählich dicker. Fig. 87. Beispiele: Staphyliniden (*Stenus, Oxyporus*), viele Silphiden (Aaskäfer), manche Wanzen (Hemiptera), *Zygaena*.
5. Keulenförmig ist die Geissel, wenn nur die Endglieder verdickt sind (Fig. 88), z. B. bei allen Tagschmetterlingen (Rhopalocera) u. Ameisenlöwen (Myrmeleontidae). Die Keule ist entweder lose gegliedert, indem die Glieder wie die übrigen Glieder voneinander abgesetzt sind, z. B. bei *Hydrophilus,* dem grossen Wasserkäfer, oder fest zusammengedrängt, so dass sie einen rundlichen Körper bilden, z. B. beim Totengräber, *Necrophorus.*

Die Keule besteht bei dem Ameisenlöwen (*Myrmeleon*) aus 12, bei manchen Tagschmetterlingen (Rhophalocera) aus 11, bei *Scaphidium* (Pilzkäfer) aus 5, bei *Necrophorus* und *Tetratoma* aus 4, bei *Nitidula, Ips, Phalacrus* und vielen Curculioniden aus 3, bei *Anthrenus* und *Ditoma* aus 2 Gliedern, während beim Palmenbohrer (*Rhynchophorus*) das letzte Glied allein die Keule bildet.

6. **Spindelförmig**, nämlich in der Mitte stark verdickt und nach beiden Enden allmählich verjüngt, sind die Fühler von *Sarrotrium*, einem kleinen Erdkäfer.
7. **Gesägt** erscheint die Geissel, wenn ihre Glieder breit gedrückt und an einer Seite winklig ausgezogen sind, z. B. bei manchen Elateriden *(Elater, Chalcolepidius, Adelocera* u. a.), Buprestiden, Melyriden *(Melyris)*, manchen Blattwespen *(Cladius pallipes* Lep., *Pterygophorus)*.



Fig. 89.



Fig. 90.



Fig. 91.

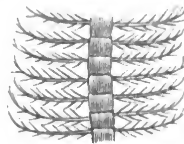


Fig. 92.

Fig. 89. Gesägter Fühler eines Bockkäfers von der Gattung *Anacolus*. Orig.
Fig. 90. Gesägter Fühler eines Blattkäfers, *Labidostomis lacordairei* Reiche. Nach Lefèvre.
Fig. 91. Zweiseitig und ungleich gekämmter Fühler einer männlichen Schnacke, *Ctenophora*. Nach Westwood.
Fig. 92. Stück aus der Mitte eines gefiederten Fühlers eines Kleinschmetterlings, *Tortrix gerningana* Schiff. männl. Sehr vergrössert. Nach Peyerimhoff.

8. **Kammförmig** nennen wir einen Fühler, wenn die Geisselglieder an einer Seite länglich ausgezogen sind, z. B. bei dem Männchen von *Corymbites haematodes* F., *Ludius ferrugineus*. Auch zweiseitig gekämmte Fühler kommen vor. Fig. 91.
9. **Gefiederte** Fühler ähneln der Feder eines Vogels, indem von jedem Gliede nach zwei Seiten hin je ein langer feiner Fortsatz ausgeht, z. B. bei manchen Nachtschmetterlingen, einigen Käfern (z. B. *Phengodes*) u. a. Fig. 92.

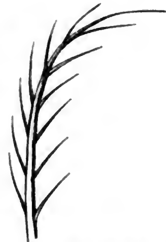


Fig. 92a. Eine einzelne Fiederborste des Fühlers von *Tortrix gerningana*. Noch mehr vergrössert.

10. **Geblätterte** Fühler sind durch einseitige blattförmige Erweiterung der Endglieder entstanden, wodurch zuweilen eine Fächerform hervorgerufen wird, z. B. bei Maikäfern (Melolonthidae). Fig. 93.

11. Wedelförmige Fühler, deren Geisselglieder nach einer Seite hin je einen langen, feinen Fortsatz aussenden, finden sich bei einigen Käfern, z. B. *Amydetes* (Fig. 94), einer Gattung der Lampyriden (vergl. S. 189), und *Rhipicera* (Rhipiceridae).

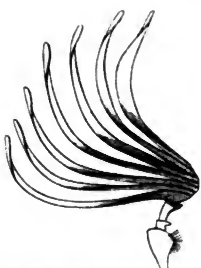


Fig. 93. Geblätterter Fühler eines männlichen Dünenkäfers (Walker), *Polyphylla fullo*. Orig.







Fig. 94. Fig. 94a. Fig. 95. Fig. 96.

Fig. 94. Wedelförmiger Fühler eines brasilianischen Leuchtkäfers aus der Gattung *Amydetes*.
Fig. 94a. Einer der Fortsätze. Nach Westwood.
Fig. 95. Gabelförmiger Fühler des männlichen *Schizocerus furcatus*, einer deutschen Blattwespe. Nach Westwood.
Fig. 96. Unregelmässig gebildeter Fühler eines männlichen *Stylops* mit lang blattförmig erweitertem dritten Gliede. Nach Westwood.

12. Gabelförmige Fühler, die sehr selten vorkommen, finden sich im männlichen Geschlecht bei einigen Blattwespen (*Schizocerus*). Fig. 95.

13. Unregelmässig gebildete Fühler kommen bei *Parnus*, *Gyrinus*, *Paussus*, *Cerocoma* ♂, *Stylops* ♂ u. a. vor. Bei *Parnus* ist an den kurzen Fühlern das zweite Glied ohrförmig verlängert; bei *Cerocoma* ist das Endglied gross und breit, die vorhergehenden sind mit einem ungleichen Fortsatz versehen oder unregelmässig gezackt. Bei den Männchen der Stylopiden sind einzelne Glieder gespalten oder blattförmig erweitert. In der Gattung *Stylops* (Fig. 96) ist das dritte Glied aussen lang ausgezogen und bildet ein verlängertes Blättchen, welches fast die Spitze des Fühlers erreicht; das vierte Glied ist am Grunde des so gestalteten dritten Gliedes eingefügt; das fünfte und sechste Glied sind kleiner. Bei *Xenos* geht vom Grunde des langen dritten Gliedes ein langer Zweig ab, so dass der Fühler vom dritten Gliede an schon vom Grunde aus gabelig erscheint. Bei den den Mikrolepidopteren nahestehenden Epipaschiinen ist das Grundglied an einer Seite ausserordentlich lang, schwertförmig ausgezogen, so dass der Fühler doppelt oder gespalten erscheint. S. Hulst, Entomol. Americana, Vol. 5, 1889. S. 46, Taf. 1, Fig. 8—13.

Darstellungen eigentümlicher Fühlerformen von *Paussus*-Arten (in Süd-Europa und wärmeren Erdgegenden bei Ameisen lebende Käfer) wolle man in Wasmann's Abhandlung „Vergleichende Studien über Ameisengäste und Termitengäste" (Tijdschr. v. Entomologie, XXXIII. separat im Haag bei Mart. Nijhoff, 1890, S. 43 u. Taf. 1, Fig. 4—8) nachsehen. Ebenso Westwood, Transact. Entom. Soc. London. Vol. II. Taf. 9 und 10. Die vermutlichen Beziehungen der Form zu den Lebensverhältnissen sind bei diesen Käfern gewiss ebenso wahrscheinlich, wie bei den Parniden und Gyriniden.

Die Form der Fühler ist für eine ganze Insektenfamilie entweder charakteristisch oder kommt nur ausnahmsweise in einer Gattung vor. Die Familie der Schwimmkäfer, Dytiscidae, ist durch lange, borstenförmige Fühler gekennzeichnet; bei einer Art aber, *Agabus serricornis*, sind das 7. bis 10. Glied seitlich erweitert, so dass die Fühler zum Teil sägeförmig erscheinen. In derselben Familie sind bei *Noterus* die Fühler in der Mitte verdickt. Bei *Ozaena*, einer Gattung der mit borstenförmigen Fühlern versehenen Laufkäfer, Carabidae, sind die Fühler am Ende etwas verdickt.

Bei vielen Fliegen (Diptera) ist das erste Glied der Geissel viel grösser als alle übrigen Glieder, z. B. bei *Atherix*, *Scatophaga*, *Sepsis*, Xylota u. a. (Fig. 97); auch bei anderen Insekten, z. B. *Xyela pusilla*, einer Art der Blattwespen (Tenthredinidae) und *Fulgora*, dem Laternenträger (Fig. 98).

Andererseits erreicht das letzte Glied zuweilen eine bedeutende Länge; z. B. bei *Lagria*, *Eutrapela*, *Statira*, *Megalocera* u. a. Diese Gattungen gehören zu den Käfern.

Merkwürdige, und zwar hammerförmige Fühler finden wir ausnahmsweise bei *Cercidocerus securifer* Gaede, einem auf Java lebenden Rüsselkäfer; das letzte Glied bildet nämlich einen grossen Querbalken, der so breit wie der ganze Fühler lang ist und auf der ganzen Oberfläche der oberen Breitseite zahlreiche Sinnesorgane trägt.

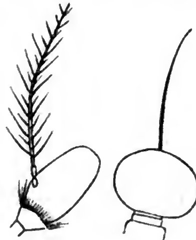


Fig. 97. Fig. 98.

Fig. 97. Fühler einer Fliege, *Helomyza tuberivora*.
Fig. 98. Fühler eines Laternenträgers der Gattung *Fulgora* aus Brasilien. Orig.

Balkenförmig sind die sehr breiten und zusammengedrückten Fühler gewisser Paussiden, z. B. *Cerapterus*.

Zahl der Fühlerglieder.

Wie die Form der Fühler, so ist auch die Zahl der Glieder je nach der Ordnung, Familie, oft auch Gattung sehr verschieden. Jedoch hat die Länge des Fühlers keinen Einfluss auf die Zahl; es giebt sehr kurze, vielgliedrige und sehr lange, weniggliedrige Fühler.

Die nur aus sehr wenigen Gliedern bestehenden Fühler sind demnach teils sehr kurz und gleichen einem Stift, teils länglich und gleichen gewöhnlichen Fühlern. Kurze, borstenförmige Fühler sind den Odonaten, Ephemeriden und meisten Homopteren eigentümlich. Die Fühler der Odonaten bestehen aus 6—7, der Ephemeriden aus 3 (Fig. 99), der Homopteren teils aus 7 (Zikaden), teils aus 3 Gliedern (Zikadelliden, Membraciden, Fulgoriden, Fig. 98). Genau dieselbe oder eine ähnliche Fühlerform findet sich bei zahlreichen Larven anderer Insekten.

Eine geringe Zahl von Gliedern bei gewöhnlicher Fühlerform ist charakteristisch für die heteropteren Hemipteren, Poduriden und Mallophagen. Die Fühler der Hemipteren sind gewöhnlich länglich (Fig. 100), oft sehr lang, z. B. bei *Macrocheraea*, fadenförmig, zuweilen am Ende verdickt, bestehen aber nur aus 3—5 Gliedern. Bei den Wasserwanzen sind sie sehr kurz. Die Poduriden (Fig. 101) besitzen vier- bis acht-, die Mallophagen drei- bis fünfgliedrige Fühler.

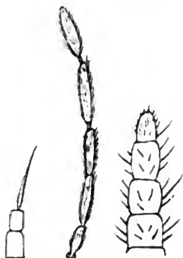


Fig. 99. Fig. 100. Fig. 101.

Fig. 99. Fühler von *Cloeon dipterum*, einer deutschen Eintagsfliege. Orig.
Fig. 100. Fühler einer Wanze, *Geotomus antennatus* Sign. Nach Signoret.
Fig. 101. Fühler eines Springschwanzes, *Anurida maritima*. Nach Laboulbène.

Eine meist mittelgrosse Zahl von Gliedern finden wir an den Fühlern der meisten Hymenopteren, der Coleopteren, Forficuliden, Acridiiden, Phasmiden, Termitiden, Psociden und Dipteren.

Zahlreiche Glieder sind den Fühlern der allermeisten Lepidopteren, der Orthopteren und Neuropteren eigen.

Unter den Hymenopteren kommen bei den wespen- und bienenartigen 12 ♀ und 13 ♂, bei den pflanzenfressenden Wespen (Tenthrediniden und Siriciden) 3—36, Chalciden 6—14, Cynipiden 13—16, Proctotrupiden 8—15, aber bei den Ichneumoniden zahlreiche Glieder vor. Bei den Tenthrediniden schwankt die Zahl zwischen weiten Grenzen; bei *Schizocerus* (Fig. 95) und *Hylotoma* finden sich aber nur 3, bei Cimbex 5 oder 6 Glieder.

Die Dermapteren (Forficuliden) weisen 10—40 Glieder auf, die Acridiiden 20—30, die Termitiden meist 13—20, die Psociden gewöhnlich 13, doch kommen bis 40 vor.

Ein näheres Eingehen auf die Zahlenverhältnisse der Fühlerglieder verdienen die formen- und artenreichen Ordnungen der Coleopteren und Dipteren.

Die Fühler der meisten Käfer bestehen aus 11 Gliedern, und zwar bei den Cicindeliden, Carabiden, Dytisciden, Gyriniden, Trichopterygiden, Phalacriden, Cucujiden, Cryptophagiden, Mycetophagiden, Histeriden, Nitiduliden, Heteroceriden, Dascilliden, Buprestiden, Trosciden, Tele-

phoriden, Cleriden, den meisten Familien der Heteromeren, den Erotyliden und Coccinelliden. In mehreren Familien giebt es aber Ausnahmen von dieser Regel; es kommen bald mehr, bald weniger als 11 Glieder vor. In einigen Familien bildet eine geringere Zahl, als diese, sogar die Regel.

1. Unter den Paussiden finden sich 10 Glieder bei *Cerapterus*, 6 bei *Ceratoderus*, *Merismoderus* u. a., 2 bei *Paussus*, *Commatocerus*, *Platyrhopalus* und *Hylotorus*.
2. Bei den Staphyliniden wird die normale Zahl nur von wenigen Gattungen, und unter diesen von *Micropeplus* mit 9 Gliedern nicht innegehalten.
3. Die Clavigeriden, sehr kleine, bei Ameisen lebende Tierchen, stehen gleichfalls hinter allen übrigen Käfern sehr zurück; denn *Claviger* lässt an den Fühlern 6, *Adranes* nur 2 Glieder erkennen; bei *Articerus* besteht jeder Fühler sogar nur aus einem ungeteilten, ziemlich langen und dicken Gliede, welches den Eindruck macht, als ob mehrere Glieder miteinander verwachsen wären. (Vergl. Trans. Entom. Soc. IV. 1845, Taf. 7, Fig. 1.)
4. Die kolbenförmigen Fühler der Wasserkäfer (Hydrophilidae) sind meist neungliedrig; doch kommen auch 8, 7 und sogar 6 Glieder vor.
5. Die Fühler der Halipliden sind stets zehngliedrig.
6. Die Silphiden erfreuen sich fast alle der gewöhnlichen Zahl von 11 Gliedern; für einige der kleinsten Formen (Clambinae) werden aber 9 und 10 Glieder angegeben.
7. Unter den Lamellicorniern oder Blatthornkäfern weisen nur die Geotrupiden 11 Glieder, die übrigen Familien 9 oder 10 Glieder auf; ausnahmsweise kommen bei einigen Melolonthiden auch 7 oder 8 Glieder vor.
8. Eine aussergewöhnlich grosse Zahl von Gliedern findet sich bei einigen Arten der Rhipiceriden. *Rhipicera marginata* besitzt im männlichen Geschlecht 32, im weiblichen 24; *Rh. femorata* 25 und 22; *Rh. mystacina* 33 und 27 Glieder. Die Fühler sind wedelförmig. Die beiden ersten Arten bewohnen das tropische Amerika, die letzte Neuholland.
9. Ganz ähnlich sind die Fühler in einer Gattung brasilianischer Leuchtkäfer (Lampyridae), mit Namen *Amydetes*, zusammengesetzt (Fig. 94). Jeder Fühler besteht aus 37 Gliedern. Vergl. Westwood, Zoological Journal, 5. Bd., 1835, S. 62—63. — Noch einige andere amerikanische Gattungen dieser Familie haben mehr als 11 Glieder: *Pleotomus* weist nach Leconte und Horn 14 Glieder, *Alecton* und *Phausis* nach Lacordaire 12 Glieder auf. Dagegen finden sich bei *Microphotus* Nordamerikas nur

9 Glieder im männlichen und 8 Glieder im weiblichen Geschlecht.

10. Die Anobiiden, Bostrychiden, Lathridiiden, Corylophiden und Dermestiden besitzen 9—11, die Cioiden 8—11 Glieder. Auch unter den Meloiden, Rhipiphoriden, Melandryiden u. a. kommen bei vereinzelten Gattungen weniger als 11 Glieder vor.

11. Die Abteilung der Bockkäfer oder Longicornier weist einzelne Prionidenarten auf, deren Fühler vielgliedrig sind. Nur 11 Glieder finden sich bei *Prionus gerardi* Madagaskars; 12 bei der Mehrzahl der übrigen Arten dieser Gattung, z. B. *coriarius;* 13 bis 30 Glieder aber bei einigen Arten Nordamerikas. Die Gattung *Polyarthron* hat wenigstens 16, *Cantharoctenus burchellii* Westw. aus dem Damaralande 18 Glieder. Beide Gattungen gehören gleichfalls zu den Prioniden. Sehr selten sind weniger als 11 Glieder vorhanden, z. B. bei *Methia* und *Dysphaga*.

Das Männchen mancher Bockkäferarten ist durch zwölfgliedrige Fühler ausgezeichnet. Zuweilen ist das 11. Glied aber nur unvollkommen oder nur scheinbar geteilt, wie bei manchen Elateriden, Oedemeriden, Cebrioniden; und das scheinbar vorhandene zwölfte Glied wird dann als „falsches Glied" bezeichnet.

12. Auch bei vielen Arten der Chrysomeliden, deren Fühler meist elfgliedrig sind, findet sich ein 12. Anhangsglied. In anderen Gattungen, z. B. *Psylliodes,* sind nur 10, bei *Nonarthra* nur 9 Glieder vorhanden. Die grösste Reduktion zeigen die eigentümlich starren Fühler der Hispinen, die vielfach 11, aber auch nur 10, 9, 8, 7 oder 6 Glieder aufweisen. Bei einigen Arten von *Acanthispa* fand Lacordaire (Genera des Col. XI. Bd. S. 255) nur 3 Glieder.

13. Manche Curculioniden haben weniger als 11 Glieder; die Palmenbohrer, *Rhynchophorus*, nur 8; die Platypiden 6, die Tomiciden 3—12 Glieder.

Auf den niedrigsten Stufen der Dipteren, wozu die Eucephalen gehören (S. 147), gleichen die langen, vielgliedrigen Fühler dem gewöhnlichen Typus der Insektenfühler. Sie sind also bei den Tipuliden, Chironomiden, Culiciden, Mycetophiliden, Cecidomyiden, Psychodiden usw. (Schnacken, Mücken, Gallmücken, Pilzmücken) schnur- oder borstenförmig, meist 13—17 gliedrig; die Glieder sind einander gleich, oft mit quirlständigen Haaren geschmückt. Anders bei den übrigen Dipteren. Die Gliederung ist hier eine ungleichwertige; einige Glieder sind gross und deutlich abgesetzt, andere erscheinen nur wie Ringel eines einfachen Gliedes, als gegliederter Griffel. Oder es sitzt dem dritten Gliede eine rückenständige Borste auf. Diese Borste ist fein geringelt, d. h. gegliedert (S. 182), und

diese Gliederung kann nur als eine Fortsetzung der grösseren Grundglieder angesehen werden. S. Gerstaecker, Handbuch d. Zoologie, II. S. 252. Früher, z. B. noch in Schiners „Fauna Austriaca" wurde die Gliederzahl der Fühler dieser Dipteren, ohne Rücksicht auf die gegliederte Borste auf drei angegeben. „Von jedem Fühler eines brachyceren Dipterons, der mehr als drei Glieder zeigte, wurde gesagt: alle diese Glieder seien nur Teile des dritten Fühlergliedes und dieses nannte man geringelt (Cyclocera Schiner). Solange dieses sogenannte geringelte dritte Fühlerglied, zwischen den beiden Basalgliedern und einer sogenannten Endborste oder einem Griffel, einen grösseren Complex bildet, wird diese Ausdrucksweise noch verständlich sein *(Sargus)*, löst sich aber der Complex mehr in seine Glieder auf und wird bandartig oder keulenförmig *(Stratiomys*, *Mydas)* oder wohl gar zu einer gekämmten Geissel mit deutlich voneinander abgesetzten Gliedern, so ist der Ausdruck gar nicht mehr anwendbar." „In Wirklichkeit sind die Fühler niederster Formen (eucephale Culiciden) solche, welche die allgemeine Entomologie als einfache bezeichnet und mehr weniger (meist mit Ausnahme des Grundgliedes) homonom gegliedert mit vielen Gliedern (Nematocera im alten Sinne) und gewöhnlich lang. In der weiteren Entwicklung verkürzen sie sich, zeigen gedrängter stehende Glieder oder die Geisselglieder verbreitern sich (Bibionidae, Mycetophilidae). Dann differenzieren sich die auf das zweite Glied folgenden Geisselglieder in verschiedener Weise, entweder alle oder nur ein Teil derselben, wodurch eine Art Lamelle oder Keule entsteht, an Stelle der Geissel, oder die Endglieder (1—3) sind wieder anders gebaut als die vorhergehenden, dünner oder eigentümlich und bilden nebst dieser Lamelle etc. einen sogenannten Endgriffel oder eine einfache oder gegliederte Endborste (Cyclocera Schiner); zwischen diesen und den zwei Basalgliedern liegt ein anderer mehrgliedriger Teil. Endlich zeigt das dritte Fühlerglied allein eine besondere Entwicklung gegenüber den folgenden, und diese sitzen, als Griffel oder sogenannte Borste, an den jetzt als dreigliedrig bezeichneten Fühlern." Siehe Brauer, Systemat.-zoolog. Studien. (Sitzungsber. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Bd. 91. 1885. I. Abt. S. 407—408.)

Geschlechtliche Unterschiede in der Bildung der Fühler.

Während bei zahlreichen Insektenarten die Fühler in beiden Geschlechtern ganz gleich gebildet sind, z. B. bei den Orthopteren, Carabiden, Chrysomeliden und Tagschmetterlingen, finden sich bei anderen geringe, bei manchen aber auffallende Unterschiede. Die Verschiedenheit liegt gewöhnlich in der Länge. Die meisten männlichen Bockkäfer (Longicornia) haben längere Fühler als die weiblichen. Das gilt auch von den Brenthiden, Anthribiden (Rhynchophora) und *Cebrio*, gleichfalls von den Cocciden.

Bei anderen Insekten sind die Fühler der Männchen gekämmt, die der Weibchen einfach, z. B. bei vielen Nachtschmetterlingen (Bombycidae, Geometridae), manchen Blattwespen *(Lophyrus)*.

Bei den Maikäfern *(Melolontha)* und Verwandten sind die blattförmigen Fortsätze der letzten Glieder im männlichen Geschlecht länger als im weiblichen.

Wir merken, dass in allen diesen Fällen die Fühler der Männchen eine Flächenvergrösserung erfahren, die mit der Sinnesthätigkeit in Beziehung steht. Vergl. S. 176.

Andererseits unterscheiden sich die Geschlechter durch die Zahl der die Fühler zusammensetzenden Glieder. So besitzen allgemein die Stechimmen (Hymenoptera aculeata), wozu die Wespen, Bienen, Hummeln und Ameisen gehören, im männlichen Geschlecht 13, im weiblichen 12 Glieder. Vergl. S. 188.

Unter den Hungerwespen (Evaniidae) sind die Männchen der Arten von *Gasteryption* (*Foenus*) durch 13, die Weibchen durch 14 Glieder ausgezeichnet. Siehe Schletterer, Annal. d. k. k. naturhist. Hofmuseums in Wien, Bd. IV, 1890. S. 375.

Lophyrus laricis, eine Blattwespe, hat im männlichen Geschlecht 24, im weiblichen 16 Glieder.

Unter den Käfern finden sich 12 Glieder im männlichen und 11 im weiblichen Geschlecht der Arten von *Cebrio*, *Xanthochroa*, *Nacerdes*. Ueber *Rhipicera* s. S. 189.

Die schlanken, langen männlichen Fühler der Schildläuse (Coccidae) bestehen nach Signoret (Annal. Soc. Ent. France, 1868. S. 833) aus 10—25, die kurzen weiblichen aus 6—11 Gliedern. In der verwandten Gattung *Aleurodes* finden sich beim Männchen 7, beim Weibchen 5 Glieder (Signoret, Annal. Soc. Entom. France. 1868. S. 375).

Merkwürdig ist die Fühlerbildung der wegen ihrer Gestalt unter dem Namen „wandelndes Blatt" bekannten Insekten der Gattung *Phyllium*. Nach A. Murray (Edingburgh New Philosoph. Journal, 1856. Taf. 4, S. 16 f.) besitzt das Männchen von *Phyllium scythe* 24gliedrige, das Weibchen 9gliedrige Fühler. Aber bei dem jungen männlichen Insekt sind die Fühler vor der ersten Häutung gleichfalls 9gliedrig und denen des ausgewachsenen Weibchens sehr ähnlich.

Ohne Zweifel würde eine genaue Kenntnis der Lebensverhältnisse uns belehren, dass die in der Fühlerbildung sich kundgebenden geschlechtlichen Unterschiede mit geschlechtlichen Funktionen sekundärer Natur in Beziehung stehen. Schon auf S. 177 wurde auf einige Erscheinungen dieser Art hingewiesen.

Schwankungen in der Zahl und Bildung der Fühlerglieder derselben Art.

Obgleich die Insektenarten in den allermeisten Fällen nach der verschiedenen Bildung der Fühler, die in der nach der Art oft wechselnden Länge und Dicke, Form und Färbung der einzelnen Glieder

besteht, mit grosser Sicherheit zu unterscheiden sind, so giebt es doch manche Arten, bei denen die Fühler nicht durchweg ganz gleich erscheinen. Bei *Ino*, einer Gattung der Zygäniden, sind nach Staudinger nicht nur die Fühler einer und derselben Art verschieden lang, sondern es ist auch die Zahl der Glieder Schwankungen unterworfen. *Zygaena meliloti* hat zuweilen ziemlich dünne, an diejenigen von *Z. scabiosae* erinnernde Fühler (Zeller, Stettiner Ent. Zeit. 1869, S. 390). Nach A. Fuchs (Stettiner Ent. Zeit. 1875, S. 54) sind die Fühler der sehr veränderlichen *Zanclognatha tarsipennalis* im männlichen Geschlecht bald stark verdickt und auf der Verdickung mit einem kurzen hornigen Zähnchen und dicht daneben mit einer stärkeren Borste besetzt, oder nur schwach verdickt und auf der Verdickung mit zwei deutlichen Zähnchen und daneben mit einer starken Borste versehen.

Auch die vielgliedrigen Fühler der Orthopteren scheinen zuweilen in der Zahl der Glieder zu schwanken.

Bekleidung der Fühler.

Die Fühler sind entweder kahl oder in der verschiedenartigsten Weise mit Haaren oder Borsten bekleidet. Gewöhnlich sind die beiden Grundglieder ganz glatt, während die Geissel behaart ist. Oft sind auch das erste oder die beiden ersten Glieder der Geissel unbekleidet, z. B. bei allen Angehörigen der Gruppen Feroniinae, Carabinae u. a., welche zu den Käfern gehören.

Häufig sind die Geisselglieder pubesziert, d. h. sehr kurz feinhaarig. Einzelne zerstreute Borsten, namentlich am Ende der Glieder finden sich bei sehr vielen Insekten. Bei den Schmetterlingen nehmen die Fühler in manchen Gruppen auch an der Schuppenbekleidung Teil.

Bei gewissen Insekten, z. B. manchen Mücken *(Cecidomyia, Psychoda)* sind die Fühler wirtelförmig behaart, d. h. die langen Haare stehen rund um die Spitze jedes Geisselgliedes. Bei manchen Bockkäfern sind nur ein oder wenige Glieder mit einem starken wirtelförmigen Haarbesatz nach Art eines Lampenzylinderputzers geschmückt.

Eine büschelförmige Behaarung am Ende mehrerer Glieder findet sich z. B. beim Alpenbock (*Rosalia alpina*).

Merkwürdige blattartige Anhänge bewundern wir an den zwei ersten Fühlergliedern, aber auch am Vorderkopf, an den Beinen und den Seiten des Körpers von *Periphyllus testudinatus*, einer auf Ahornblättern lebenden Blattlaus, die nur eine der dimorphen Jugendformen von *Aphis aceris* F. ist. Die Figur hierzu findet sich in den Annal. Soc. Entom. de France. 4. sér. t. VII, 1867, Taf. 10. (Signoret.)

Die Fühler in der Ruhelage.

Im Ruhezustande schlägt das Insekt seine Fühler zurück oder legt sie an den Körper. Zuweilen entspricht diese Lage derjenigen im Nymphenstadium, wo die noch von der Scheide umhüllten Fühler gleichfalls der Zeit harren, wo sie in Thätigkeit treten. Manche Insekten verbergen ihre Fühler tiefer, z. B. die Schnellkäfer oder Elateriden an der Unterseite des Prothorax. Manche Arten derselben haben an der Unterseite des letzteren zwei furchenartige Einschnitte für die Aufnahme der Fühler, aus denen wir diese nur mit Mühe wieder hervorziehen können. Bei den Cryptocephalinen, einer Gruppe der Blattkäfer, werden die Fühler mitsamt dem Kopfe in die tief eingestülpte Vorderbrust zurückgezogen, so dass sie bei dem toten Käfer nur mit Hilfe einer Pinzette oder einer Nadel hervorgeholt werden können. Bei den Rüsselkäfern (Curculionidae) liegt der lange Fühlerschaft in einer oft tiefen Rinne beiderseits des Rüssels, und die Geissel legt sich dem Schafte dicht an. Rinnen, Gruben, Einsenkungen, Höhlungen oder sogar büchsenförmige Futterale, worin die Fühler während der Ruhe des Insekts zurückgelegt werden, giebt es vielfach.

Bei den Wasserwanzen, z. B. *Nepa, Ranatra, Belostoma, Naucoris*, werden die kurzen Fühler in einer Grube unter den Augen verborgen. Auch bei den Dermestiden (Speckkäfer nebst Verwandtschaft) ist der Kopf zur Aufnahme der Fühler unterseits ausgehöhlt. Bei gewissen Ameisen (*Cryptocerus*) werden die auf die Unterseite des Kopfes gerückten Fühler in tiefe Furchen eingeschlagen.

Die Trichopteren (Wassermotten) halten die Fühler in der Ruhe zusammengelegt und nach vorn vorgestreckt; so sitzen sie an den Wasserpflanzen oder Brückenpfeilern. Bei sehr wenigen Lepidopteren (*Plutella, Coleophora* etc.) findet sich diese Ruhehaltung der Fühler, wie Mac Lachlan anführt, gleichfalls.

Die Haltung der Fühler ist in vielen Fällen von der Stellung am Kopfe abhängig. Vorn am Kopfe nebeneinander stehende Fühler können nicht oder nicht bequem an die Körperseiten gelegt werden; und seitlich unter einem Vorsprunge des Kopfschildes eingefügte Fühler vermögen nicht eine starre nach vorn gerichtete Lage einzunehmen. Die Unterbringung der Fühler in Einschnitten, Gruben, Futteralen usw. dient wohl zum Schutze der zarten Sinnesvorrichtungen, welche sich an dem oberen Teile finden und die nur während des lebensthätigen Zustandes des Insekts wieder in Dienst treten.

Die Fühler der Larven.

Diejenigen Larven, welche dem entwickelten Insekt derselben Art sehr ähnlich sehen und sich hauptsächlich durch den Mangel der

Flügel von diesem unterscheiden, besitzen auch ähnliche, oft ganz übereinstimmende, nur weniger gegliederte Fühler. Es sind die Orthopteren, Hemipteren u. a. Nur die Fühler der Ephemeriden- oder Eintagsfliegenlarven sind lang und vielgliedrig, aber diejenigen der entwickelten Insekten kurz und dreigliedrig. Die Fühler der Larven der Coleopteren, Hymenopteren, Lepidopteren, Neuropteren und Dipteren, welche von dem vollendeten Insekt sehr abweichen, sind meist sehr kurz und wenig gegliedert (Fig. 102, 103 u. 104), während beim entwickelten Insekt lange und vielgliedrige Fühler die Regel bilden. Bei manchen Neuropterenlarven, z. B. den Larven von *Ascalaphus* und *Myrmeleon* bestehen indes die Fühler aus etwa 20 und mehr Gliedern; bei den Panorpidenlarven bilden die Fühler eine dreigliedrige, bei den Larven von *Mantispa* und *Micromus* eine viergliedrige Borste (Brauer).

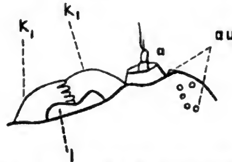


Fig. 102. Ein Teil des Vorderkopfes der Raupe des Kiefernspinners, *Lasiocampa pini*. Orig.
a, Fühler; au, eins der aus 6 Ozellen bestehenden Seitenaugen; k_1, Oberkiefer; l, Oberlippe.

Ein Afterglied an den Fühlern vieler Käferlarven.

In mehreren Käferfamilien haben die Fühler der Larven eine eigentümliche Bildung; es entspringt nämlich an dem schräg abgestutzten Ende des vorletzten Gliedes, meist schräg abstehend, ein kleines Neben- oder Afterglied, während das eigentliche letzte Glied in der Richtung des Fühlers der Spitze des vorletzten Gliedes aufsitzt (Fig. 103).

Diese Fühlerbildung findet sich z. B. bei den Larven folgender Käfergattungen:

Carabidae: *Carabus, Calosoma, Nebria, Elaphrus, Notiophilus, Panagaeus, Badister* u. a.;

Staphylinidae: *Tachinus, Syntomium, Ocypus, Staphylinus, Philonthus, Xantholinus, Quedius, Oxyporus, Platystethus, Bledius, Micralymma;*

Lamellicornia: *Aphodius, Amoecius, Trox;*

Heteromera; *Bolitophagus, Melandrya, Hypulus, Abdera, Orchesia;*

ausserdem noch in anderen Familien, z. B. Sphaeridiidae, Anisotomidae, Histeridae.

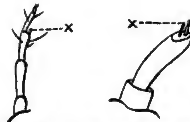


Fig. 103. Fühler der Larve einer *Staphylinus*-Art. Orig.
x, Afterglied.
Fig. 104. Fühler einer Larve von *Macronychus 4-tuberculatus*. Nach Perez.
x, Afterglied.

Ein wenig abweichend von dieser Bildung sind nun die Fühler der Larven von *Macronychus quadrituberculatus*, einem kleinen Käfer aus der Familie der Parniden, gebaut (Fig. 104). Die Fühler

dieser Larve bestehen anscheinend nur aus zwei Gliedern, einem sehr kurzen und dicken Grundgliede und einem fast dreimal längeren, etwas dünneren, am Ende scharf abgestutzten zweiten Gliede. Diese Abstutzung ist von einem elliptisch geformten Feldchen eingenommen, aus welchem nebeneinander zwei längliche Stifte entspringen; der eine ist einfach, der andere besteht aus zwei Gliedern. (Perez, Ann. Soc. Ent. France. 1863. S. 623.)

Eine ähnliche Fühlerbildung findet sich unter den Arthropoden nur noch bei einigen primitiven Formen der stammverwandten Myriopoden, nämlich bei den merkwürdigen Pauropiden. Vergl. Latzel, Die Myriopoden der österreich.-ungar. Monarchie. Wien, Hölder, 1884. 2. Hälfte, S. 19, Taf. 2. Die Aehnlichkeit wird weiter beleuchtet durch die Bildung der Fühler der *Ascalaphus*- und *Myrmeleon*-Larven, bei denen das letzte Fühlerglied mit drei Spitzen endigt. Vergl. Brauer, Verhandl. d. zool.-bot. Vereins. 1854, S. 469 u. 471; Taf. 8, Fig. 10; Taf. 9, Fig. 5.



Fig. 105. Vorderer Fühler eines Flusskrebses, *Astacus fluviatilis*. Nach Huxley.

Es sei hier noch auf den Bau der vorderen Fühler der Crustaceen (Fig. 105) hingewiesen, an welchen die Fühler von *Pauropus* und der angeführten Coleopterenlarven, namentlich *Macronychus*, deutlich erinnern und im Grundplane sogar damit übereinstimmen. Jedenfalls ist es bemerkenswert, dass sich der Fühlerbau der Crustaceen bei primitiven Formen der Myriopoden und niedrigen Entwicklungsstadien der Insekten wiederfindet.

---

g. Die Mundteile.

Was als Mundteile oder Mundwerkzeuge bei den Insekten bezeichnet wird, und wovon wir zuerst die elementar ausgebildeten der kauenden Insekten betrachten wollen, sind die folgenden, dem Kopfe vorn und unten meist paarweise anhängenden, die Mundhöhle umgebenden Teile:

1. die einfache Oberlippe (labrum);
2. ein Paar Oberkiefer (mandibulae);
3. ein Paar Unterkiefer (maxillae);
4. die Zunge oder Innenlippe (endolabium);
5. die Unterlippe (ectolabium).

In der Mundhöhle werden unterschieden:

1. der Gaumen oder die obere Schlundwand;
2. die untere Schlundwand.

Die Mundwerkzeuge sind stets dicht aneinander gedrängt. Oft

sind sie leicht zu unterscheiden (Fig. 106). Bei den mit saugenden Mundwerkzeugen versehenen Insekten sind diese meist bis zur Unkenntlichkeit ihrer ursprünglichen Anlage teils verändert, teils verkümmert. Ueber die paarigen Mundteile als ursprünglich den Beinen ähnliche Anhangspaare wolle man S. 129 und S. 131—133 vergleichen.

Von oben gesehen (Fig. 63, S. 137) fällt uns zuerst die einfache, mittelständige, unpaare Oberlippe (l) auf, unter welcher beiderseits je ein Oberkiefer (k_1) und unter diesen die beiden Unterkiefer (k_2) sitzen, zu denen die Taster (k_2t) und die zweigliedrige Lade (k_2l) gehören. Die Unterkiefer werden unterseits von der Unterlippe bedeckt, während die äusserlich nicht sichtbare Zunge sich innen der Unterlippe anschliesst.

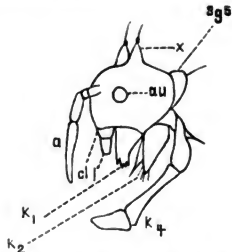


Fig. 106. Kopf einer 1 Tag alten Libellenlarve *(Cordulia metallica)*. Orig. a, Fühler; au, Auge; x, eigentümliche Höcker auf dem Scheitel; cl, Kopfschild; l, Oberlippe; k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; k_4, Unterlippe; sg5, Segment der Unterlippe.

Von der Seite gesehen erscheinen die Mundteile, wenn sie ein wenig auseinander gehalten werden, wie in Fig. 106 und 107.

In Fig. 108 ist die Lage der Mundteile von der Unterseite aus zu sehen, während die Fig. 109 die Mundteile einzeln zur Anschauung bringt.

Die Mundteile sind von verschiedenen Gesichtspunkten zu betrachten; es sind die folgenden:

1. Die Mundteile als Werkzeuge zur Aufnahme der Nahrung;
2. Die Form und Bildung derselben in ihrer Eigenschaft als Segmentanhänge.

Der erste Punkt betrifft die Anpassung der verschiedenen Formen an die Nahrungsverhältnisse; der zweite Punkt die der Mannigfaltigkeit der Form zu Grunde liegende elementare Bildung.

Ausserdem sind die Mundteile, namentlich die Taster, Träger von

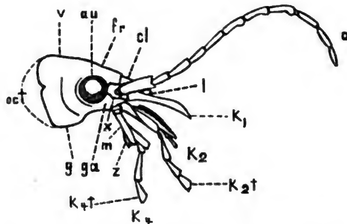


Fig. 107. Kopf eines Laufkäfers, *Carabus hortensis* L., von der Seite gesehen. Die sonst, wie in Fig. 56, dicht zusammengedrängten Kieferpaare sind hier zu dem Zwecke voneinander gebogen, um die elementare Bildung der Mundteile zu zeigen. Orig. a, Antenne; au, Seitenauge; l, Oberlippe; cl, Kopfschild; fr, Stirn; v, Scheitel; oct, Hinterkopf; g, Kehle; ga, Wange; k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; k_2t, Taster desselben; k_4, Unterlippe; k_4t, ein Taster derselben; m, Kinn; z, Zahn in der Mitte des Vorderrandes des Kinnes.

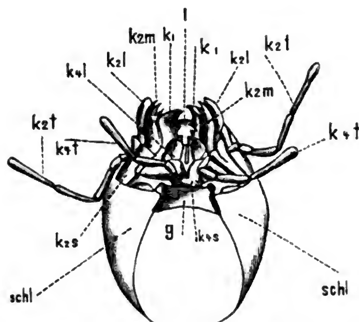


Fig. 108. Kopf einer Heuschrecke (Locustide), von unten gesehen. Orig. — l, Oberlippe (labrum); k_1, Oberkiefer (mandibula); k_2, Unterkiefer (maxilla); k_2m, die innere Lade der Unterkiefer; k_2m, die zweigliedrige äussere Lade; k_2t, Taster der Unterkiefer (palpus maxillarum); k_2s, Stamm der Unterkiefer; k_4, Unterlippe (labium); k_4l, Laden der Unterlippe; k_4t, Unterlippentaster (palpus labialis); k_4s, der jederseitige Stamm der Unterlippe; g, Kehle; schl, Schläfen (tempora).

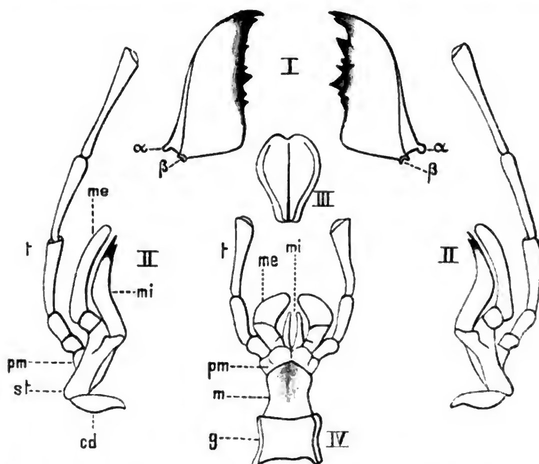


Fig. 109. Die Mundwerkzeuge der grünen Laubheuschrecke, *Locusta viridissima*. Orig.
I. Oberkiefer (mandibulae). α und β, Gelenkvorrichtungen.
II. Unterkiefer (maxillae). st, der Stamm des Unterkiefers; cd, die Angel; mi, innere Lade; me, äussere Lade; t, Taster; pm, Tasterträger.
III. Innenlippe oder Zunge (endolabium).
IV. Unterlippe (labium oder ectolabium). m, Kinn; g, Unterkinn; me, äussere Lade; mi, innere Lade; t, Taster; pm, Tasterträger.

Sinnesorganen, und die Oberkiefer Kampf- und Verteidigungswerkzeuge.

Jede der grossen Insektengruppen (Ordnungen) ist durch einen im Plane übereinstimmenden Bau der Mundteile ihrer Angehörigen gekennzeichnet. Dies liegt nicht daran, dass die Entomologen die Uebereinstimmung in den Mundteilen zum Ordnungscharakter erhoben haben, sondern sie ist in der innigen verwandtschaftlichen Zusammengehörigkeit aller zu der Ordnung gehörigen Arten begründet. Die Mundteile der einen Ordnung können aber denjenigen einer anderen Ordnung ähnlich sein. Und schliesslich ist die Bildung der Mundteile aller Insekten auf eine gemeinsame, elementare Grundform zurückzuführen; die der Schmetterlinge mit ihrem meist langen Rüssel nicht weniger als die der Käfer mit ihren beissenden Kiefern.

Die Frage nach der Ursache, weshalb die Grundform der Mundteile aller die Erde bewohnenden Insekten dieselbe sei, fällt zusammen mit der Frage, weshalb die Mannigfaltigkeit aller Tierformen der wenigen grossen Tierstämme auf wenige Grundformen zurückzuführen sei. Wir betrachten in dem gegenwärtigen Kapitel zuerst die Einheit in der Mannigfaltigkeit, um schliesslich die grossen Modifikationen im Baue der saugenden Mundteile erkennen zu können.

Hypognathe und prognathe Insekten.

Bei der Mehrzahl der Insekten sind die Mundteile nach unten gerichtet, d. i. hypognath, was als ursprüngliche Bildungsstufe betrachtet wird; bei anderen Insekten sind sie jedoch, und namentlich die vorderen Kiefer, nach vorn vorgezogen, d. i. prognath, was als höherer Ausbildungsgrad anzusehen ist. Die Lebensverhältnisse spielen indes dabei eine Rolle, denn der Pflanzenfresser kommt mit den nach unten gerichteten Kiefern ganz gut fort, während das in räuberischer Weise von lebenden Tieren sich nährende Insekt, z. B. ein Raubkäfer, vorgestreckter Kiefer bedarf, um seine Beute mit Leichtigkeit ergreifen zu können. Es ist jedoch beachtenswert, dass diejenigen auf tieferer Organisationsstufe stehenden hypognathen Insekten, deren Nahrung aus lebenden Tieren besteht, ihre Beute mit den Beinen, beziehentlich mit den Vorderbeinen ergreifen; es sind viele Locustiden, die Mantiden, die Panorpiden und meisten Libelluliden. Hiervon wird später die Rede sein. Ueber die hypognathen und prognathen Insekten hat uns Brauer in seiner Schrift „System.-zoolog. Studien“ (1885) aufgeklärt.

A. Zu den im ausgebildeten Zustande hypognathen Insekten (Fig. 55, 59, 61, 67, 74, 75, 106) gehören:

1. die 'Apterygogen'ea, teilweise, z. B. die Poduriden und Machilis unter den Thysanuren.
2. die Ephemeridae oder Eintagsfliegen;

3. die Odonata oder Wasserjungfern zum grössten Teil, nämlich die Corduliidae, Libellulidae, Aeschnidae und Gomphidae;
4. die Orthoptera oder Geradflügler im beschränkten Sinne, nämlich die Blattidae, Mantidae, Phasmidae und Saltatoria;
5. die Corrodentia grösstenteils, z. B. die Psocidae und die regulären Formen der Termitidae;
6. die Thysanoptera oder Blasenfüsser;
7. die Hemiptera oder Wanzen zum grössten Teil;
8. unter den Neuroptera die ganze Abteilung der Planipennien;
9. die Panorpidae oder Skorpionsfliegen;
10. die Trichoptera oder Haarflügler;
11. die Lepidoptera oder Schmetterlinge;
12. die Diptera oder Zweiflügler, mit Ausnahme der Pupipara;
13. unter den Coleoptera oder Käfern z. B. die Lamellicornia, viele Cerambycidae und die Curculionidae;
14. die Hymenoptera mit wenigen Ausnahmen.

B. Prognath (Fig. 56, 60, 107) sind als entwickelte Insekten:

1. unter den Apterygogenea Gattungen der Thysanuren, z. B. *Campodea*;
2. die Dermaptera oder Ohrwürmer;
3. unter den Odonata oder Wasserjungfern die Agrionidae und Calopterygidae;
4. die Perlidae;
5. unter den Corrodentia namentlich die grossköpfige Form (Soldaten) der Termitidae, sowie die Embiidae;
6. die Hemiptera teilweise;
7. unter den Neuroptera die Sialidae;
8. die Pupipara unter den Diptera;
9. unter den Coleoptera oder Käfern z. B. die Carabidae und Malacodermata;
10. unter den Hymenoptera seltene Ausnahmen.

Bei den Larven entspricht die Lage der Mundteile derjenigen der Imagines, und zwar nicht nur in denjenigen Ordnungen, wo diese den ersteren in der Form gleichen (Insekten ohne eigentliche Verwandlung), sondern gewöhnlich auch dort, wo aus den Larven sich eine anders gebildete Imago entwickelt.

Hypognath sind demgemäss unter den letzteren die Larven

1. der Panorpidae;
2. der Lepidoptera;
3. der eucephalen Diptera (Culicidae, Tipulidae u. a.);
4. vieler Coleoptera (Silphidae, Dermestidae, Lamellicornia, Melanosomata, Buprestidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Dascillidae);
5. der Trichoptera;

6. der Ephemeridae und
7. der Hymenoptera, ausgenommen die ersten Stadien der Proctotrupierlarven.

Prognath sind die Larven

1. der Perlidae;
2. der Odonata, die in der Jugend z. T. hypognath sind;
3. der Neuroptera (Sialidae und Planipennia), *Mantispa* aber nur im dritten Larvenstadium;
4. zahlreicher Coleoptera (Carabidae, Cicindelidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Staphylinidae, Hydrophilidae, Malacodermata, Elateridae); schliesslich
5. die ersten Stadien der Proctotrupier, einer Abteilung der Hymenoptera; und
6. unter den Diptera die Larven einiger Culicidae.

Eine Umwandlung prognather Larven zu hypognathen Imagines findet bei den Megalopteren (Neuroptera) statt.

Unter den Bockkäfern (Cerambycidae) giebt es sehr viele Gattungen mit prognather Kopfbildung. Die Kiefer haben diese Veränderung der Lage durch das Einbohren in feste Körper erhalten (Brauer).

Die elementar angelegten Mundteile im Speziellen.

Die beissenden Mundteile, welche am besten die elementare Anlage bewahrt haben, finden sich bei den Orthopteren, Odonaten, vielen Neuropteren, den Coleopteren und Hymenopteren. Am meisten tritt das vordere Kieferpaar hervor, dem seine Eigenschaft als Greiforgan in vielen Fällen anzusehen ist. In der That dienen die vorderen Kiefer hauptsächlich zum Zufassen und Zerteilen der Nahrung. Da manchen Insekten, z. B. den Gottesanbeterinnen (Mantidae) das vordere Beinpaar zum Ergreifen der Beute dient (S. 199), so ist hieraus eine Aehnlichkeit der gegeneinander beweglichen Kiefer mit den Beinen zu entnehmen. Thatsächlich haben die Kiefer, namentlich die einen gegliederten Taster tragenden, mit den bauchständigen Bewegungsorganen der Brustringe viel Uebereinstimmung, die sich auch in der Bildung des Grundteiles und des Tasters kundgiebt. Sie sind zu den Ursegmenten des Kopfes gehörige Anhänge, die in der Verkürzung und Umbildung mit der Verwachsung der Kopfsegmente gleichen Schritt hielten, während die bauchständigen Anhänge der Brustsegmente ihrer Bestimmung gemäss im Gegenteil an Länge zunahmen und eine zum Gehen geeignete Form erhielten. Bei dem noch ungeborenen, im Ei befindlichen Insekt, dem Embryo, sind die kurzen Anhänge der Kopfsegmente, also die späteren Kiefer, und die Anhänge der Brustsegmente, nämlich die späteren Beine, einander völlig gleich (Fig. 57, S. 129). Je älter der Embryo wird, um so mehr

treten die Unterschiede zwischen den ersteren und den letzteren hervor (Fig. 58, S. 132), bis das dem Ei entschlüpfende Insekt die Unterschiede völlig darbietet.

Bevor die Kieferpaare einer Betrachtung unterzogen werden, ist es geraten, erst die obere Mundklappe, welche „Oberlippe" genannt wird, zu behandeln.

Die Oberlippe.

Die Oberlippe (labrum) bedeckt die Mundöffnung von oben und liegt unvermittelt dem Grundteile der Oberkiefer auf (Fig. 110 l, ferner Fig. 55 l, 59 l, 61 l, 107 l). Sie besteht aus einem einzigen Stücke und ist gewöhnlich von viereckiger Form mit abgerundeten Vorderecken. Der Vorderrand ist verschiedenen Wandlungen unterworfen, nämlich gerade abgeschnitten, abgerundet, spitz vorgezogen, der Breite nach ausgerandet oder tief eingeschnitten. Bei manchen Käfern, z. B. Staphyliniden, kommt der tiefe mittlere Einschnitt einer völligen Teilung nahe (Fig. 111 u. 112). Ebenso bei manchen Termiten. Dies erinnert an das embryonale Verhalten; denn am Embryo mehrerer Insekten wurde das Hervorgehen der Oberlippe aus zwei ursprünglich getrennten, Anhangspaaren ähnlichen Gebilden nachgewiesen.

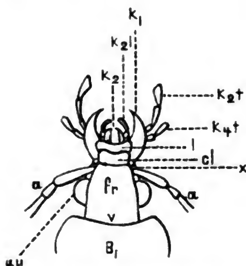


Fig. 110. Kopf eines Laufkäfers, *Carabus granulatus*, von oben gesehen. Orig. k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; k_2l, zweigliedrige äussere Lade der letzteren; k_2t, Taster der Unterkiefer; k_4t, Taster der Unterlippe; l, Oberlippe; cl, Kopfschild; x, oberer Rand der Wange, zugleich unterer Rand der Fühlergrube; a, Grundteil der Fühler; au, Augen; fr, Stirn; v, Scheitel; B_1, vorderes Stück der Vorderbrust.





Fig. 111. Fig. 112.

Fig. 111. Die gespaltene Oberlippe eines Käfers der Gattung *Platyprosopus* (Staphylinidae). Nach Erichson.
Fig. 112. Die gespaltene Oberlippe von *Staphylinus olens*. Orig.

Bei den meisten Insekten erscheint die Oberlippe als ein mehr oder weniger fest chitinisiertes Plättchen. Sie schliesst sich dem Vorderrande des Kopfschildes (clypeus, S. 137) an.

Gewöhnlich erscheint die Oberlippe nur beim Aufnehmen der Nahrung vermittelst der Kiefer als ein sich etwas bethätigendes Organ. Die Oberlippe des Springschwanzes, *Machilis maritima*, ist indes sehr beweglich. (Oudemans, S. 154.)

Die allermeisten Insekten besitzen eine gut entwickelte Oberlippe; namentlich finden wir dieselbe in Verbindung mit der elementaren Form der Kieferpaare.

Die zum Stechen und Saugen eingerichteten Mundteile der Hemipteren, Dipteren und Puliciden weisen freilich gleichfalls eine gut entwickelte, beim Saugen funktionierende Oberlippe auf. Bei den Schmetterlingen jedoch erscheint die Oberlippe als ein von der Stirn nur durch eine schmale Furche geschiedenes Plättchen von mehr oder weniger häutiger Beschaffenheit. Sie ist meist dreieckig geformt, mit dem breiten Grunde am Kopfe befestigt. Auch kommt sie als halbmondförmige Platte vor oder, wie bei den Bombyciden, als schmaler häutiger Querstreifen über der Mundöffnung. Vergl. Kirbach (Titel s. unten).

Von oben nicht sichtbar, sondern versteckt und ganz vom Clypeus bedeckt ist die Oberlippe der meisten Blatthornkäfer, bei denen auch die Oberkiefer zurücktreten. Der Clypeus ist hier gleichsam nach vorn über die Oberlippe hinaus verlängert.

Auffallenderweise fehlt fast allen Rhynchophoren (Rüsselkäfern), nämlich den artenreichen Curculioniden, Rhynchitiden, Attelabiden, Calandriden und Brenthiden die Oberlippe gänzlich und ist nur bei den Anthribiden, Rhinomaceriden und Platypiden vorhanden; undeutlich jedoch, weil unter das Kopfschild zurückgezogen, bei den Tomiciden. Auch die Larven zahlreicher Käfer, nämlich der Carabiden, Dytisciden, Gyriniden, Staphyliniden, Hydrophiliden, Histeriden, Elateriden, Lampyriden, Lyciden und Telephoriden sind der Oberlippe beraubt. Vorhanden ist sie bei den Larven der Silphiden, Cucujiden, Dermestiden, Byrrhiden, Elmiden, Lamellicornier, Pectinicornier, Cleriden, Dascilliden, Anobiiden, Tenebrioniden, Oedemeriden, Lagriiden, Pyrochroiden, Mordelliden, Melandryiden, Curculioniden, Tomiciden, Cerambyciden, Chrysomeliden und Coccinelliden.

Als Oberlippe der Dipterenmaden wird von Brauer eine unpaare mittlere Spitze bezeichnet, welche sich zwischen den Chitinhaken fast aller brachyceren Orthorhaphen findet und bei den Maden der Tabaniden sehr deutlich ist. Bei anderen Dipterenlarven geht die mittlere Spitze in die obere Platte der Kieferkapsel über.

Die Oberkiefer.

Die vorderen Kiefer (Fig. 109 I), welche auch Ober- oder Vorderkiefer und Mandibeln genannt werden, bestehen bei den Insekten und Myriopoden, aber auch bei vielen Crustaceen aus einem einzigen soliden Stück, während sie bei der Mehrzahl der Crustaceen mit einem rückenständigen gegliederten Taster ausgerüstet sind. Sie sind wie Zangen gegeneinander beweglich und berühren sich, wenn sie sich nach innen bewegen; die Spitzen kreuzen sich nicht selten. Die Form entspricht der Bestimmung des ersten Kieferpaares; es dient zum Fassen und Zermalmen. Am Grunde sind die Kiefer breit und kräftig und verschmälern sich nach der Spitze zu; der Rücken ist breit und gebogen. Der Innenrand ist einfach oder ge-

zähnt, oft auch dicht feinhaarig ausgekleidet. Die Spitze der Mandibeln läuft bei vielen Insekten in zwei oder drei Spitzen aus.

Vermittelst zweier oder dreier Gelenkknöpfe (Fig. 109 I *a β*), welche in entsprechende Gelenkgruben innerhalb am Rande des Vorderkopfes eingreifen, sind die Oberkiefer einer gleichmässigen exakten Bewegung fähig, aber fast nur in der Horizontalebene des Körpers. Die Gelenkknöpfe sitzen oft einem kurzen Fortsatze auf. Von den drei Gelenkknöpfen ist der oberseits vorspringende bei vielen Insekten auf seiner Innenfläche konkav (Fig. 109 I *β*) und greift in eine flache Gelenkhöhle des Schädels ein.

Der Querschnitt der Oberkiefer hat die Form eines Dreiecks, zuweilen am Grunde die eines Vierecks.

Die Form der Mandibeln ist sehr mannigfaltig. Die ihre Beute mit den vorderen Kiefern ergreifenden Insekten und Insektenlarven haben sichelförmige, scharf zugespitzte Kiefer, z. B. die Raubkäfer (Carabidae, Cicindelidae, Staphylinidae) nebst Larven. Kurze, stumpfe und kräftige Mandibeln treffen wir bei den Holzfressern und Krautfressern an.

Zum Stechen bestimmte Mandibeln sind lang, borsten- und spiessförmig, z. B. bei gewissen Fliegen, Flöhen, Blasenfüssern und Wanzen, wo ihre Kraft bei Ausführung feinster Stiche durch ein umhüllendes Etui verstärkt wird.

Gewöhnlich stehen die Mandibeln frei vor, z. B. bei den meisten Käfern und Orthopteren. In anderen Fällen sind sie versteckt, gleichsam eingezogen und von der Oberlippe oder sogar von dem Kopfschild bedeckt, z. B. bei den Thysanuren, Poduriden, den meisten Blatthornkäfern.

Die Männchen mancher Käferarten, z. B. der meisten Hirschkäfer (Lucanidae), sind mit grösseren Oberkiefern beglückt als die Weibchen. In sehr seltenen Fällen kommen aber auch weibliche Hirschkäfer mit grossen Oberkiefern vor, worüber uns de Rossi in den Entom. Nachrichten (6. Bd. S. 228) näheres mitteilt.

In manchen Fällen sind die Kiefer desselben Einzelwesens einander nicht ganz gleich, indem die Zähne und die Spitze des einen von denen des anderen in Form, Grösse und Zahl abweichen (Fig. 109 I). Dass aber die beiden Kiefer in der Grösse ganz erheblich sich unterscheiden, kommt selten vor, z. B. bei *Hister inaequalis*, einem Stutzkäfer.

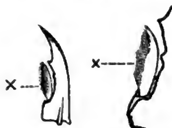


Fig. 113. Oberkiefer eines Käfers, *Staphylinus olens*. Orig. x, ein chitinöser, dicht behaarter Anhang am Innenrande.
Fig. 114. Der Anhang x desselb. Kiefers stärker vergrössert.

Am Innenrande der Oberkiefer grösserer Kurzdeckkäfer *(Staphylinus)* befindet sich ein beweglicher chitinöser Anhang, welcher nahe dem Grunde angefügt ist und gewöhnlich dem Innenrande dicht anliegt. (Fig. 113 u. 114).

Einen sehr ähnlichen Oberkieferanhang

entdeckte Perez an der Larve von *Macronychus quadrituberculatus*, vermisste ihn aber an dem entwickelten Käfer dieser Art. Vergl. Annal. Soc. Entom. France, 4. sér., tome III, 1863, Taf. 14, Fig. 6, S. 623.

Die Passaliden, eine Gruppe exotischer Käfer, welche gewöhnlich zur Verwandtschaft der Lucaniden gestellt werden, besitzen einen beweglichen Zahn am Innenrande der Mandibeln. Der Zahn befindet sich mit dem Grundteile in einer kleinen Höhlung, in welcher er charnierartig befestigt ist und sich leicht hin und her bewegen lässt. (Fig. 115 u. 116x.)

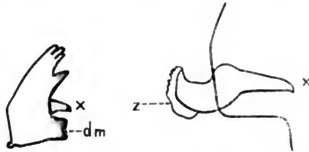


Fig. 115. Fig. 116.

Fig. 115. Oberkiefer von *Passalus cornutus* mit beweglichem Zahne x am Innenrande. dm, Mahlzahn. Orig.

Fig. 116. Der bewegliche Zahn x der Oberkiefer von *Passalus cornutus*. z, die Anhaftungsstelle des Zahnes im Grunde einer Höhlung. Orig.

Innenseitig am Grunde der Oberkiefer findet sich nicht selten der vorstehende, sehr kräftige, breite Mahlzahn (Fig. 115 u. 119 dm). Die Mahlfläche der einen Mandibel entspricht beim Zusammenlegen der Kiefer der Mahlfläche der anderen. Oft ist der eine Mahlzahn konvex, der andere dementsprechend konkav. Einen Fortschritt in der zweckdienlichen Einrichtung weist die Mahlfläche auf, wenn sie der Quere nach gefurcht oder gerieft ist. (Fig. 117 dm u. 118.)



Fig. 117. Oberkiefer einer Holzlaus, *Philotarsus flaviceps* Steph., von der Innenseite gesehen. Vergrössert. Orig.
dm, die quergeriefte Mahlfläche.

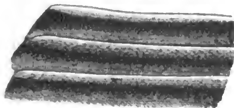


Fig. 118. Ein Teil der Mahlfläche vom Oberkiefer einer anderen Holzlaus, *Psocus longicornis*. Sehr vergrössert. Orig.

Sehr schwach gebaut sind die Mandibeln vieler Blatthornkäfer, z. B. der Cetoniiden (Fig. 119) und Aphodiiden. Der obere Teil ist zart, dünnhäutig, nur der Rücken etwas kräftiger; aber die untere Hälfte, namentlich der Mahlzahn, ist sehr fest und breit.

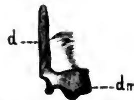


Fig. 119. Oberkiefer eines Blumenkäfers, *Rhomborhina japonica* (Cetonidae). Orig. — d, Rückenseite; dm, der vorstehende Mahlzahn.

Dem *Platypsyllus castoris*, einem auf dem Biber schmarotzenden kleinen Käfer, fehlen nach Horn (Proceed. Entom. Soc. Washington, 1889, Vol. 1, Nr. 3, S. 144) die Mandibeln, obgleich sie bei der Larve gut entwickelt sind. Leconte schrieb dem Käfer mandibelähnliche Organe zu (Proceed. Zool. Soc. London 1872. S. 800).

Unter den Lepidopteren finden sich Mandibeln nur in der Abteilung der Mikrolepidopteren, hauptsächlich bei den Micropterygiden und Tineiden (Walter). Funktionsfähig und von der Form gezähnter Kiefer sind sie bei einigen Arten der ersteren, nämlich bei *Micropteryx caltella, aruncella, anderschella* und *aureatella*. Die Zähnelung fehlt bei anderen Arten derselben Familie, ebenso bei den Tineiden, wo die Kiefer gewöhnlich (*Tinea, Tineola* und *Hipponomeuta)* lang und schmal, zahnlos, schwert- oder säbelförmig sind. Eine kolbige Gestalt haben sie bei den Pyralo-Crambiden. Den Makrolepidopteren fehlt nach Walters Versicherung jede Spur von Mandibeln. Was früher für solche gehalten wurde, sind kleine Höcker, die keine Selbständigkeit durch Abgliederung besitzen.

Die Mandibeln der Trichopteren sind bis auf ein schwaches Rudiment jederseits neben dem Grunde der Oberlippe in Gestalt eines kleinen Anhangs verkümmert.

In der Ordnung der Dipteren fehlen die Oberkiefer dem männlichen Geschlecht ohne Ausnahme, und dem weiblichen Geschlecht bei den allermeisten Arten; nur die Weibchen einiger Gattungen, z. B. *Culex* und *Tabanus* (S. 208), erfreuen sich stechborstenförmiger Mandibeln.

Die Ausbildung der Oberkiefer bei den verschiedenen Insekten ist in ihren Modifikationen in folgendem dargelegt:

I. Gut entwickelte und zum Kauen oder Greifen geeignete Oberkiefer besitzen die
   1. Coleopteren (Käfer);
   2. Orthopteren (Heuschrecken, Grillen, Schaben usw.);
   3. Dermapteren (Ohrwürmer);
   4. Apterygogeneen (Springschwänze, Borstenschwänze);
   5. Corrodentien (Termiten, Holzläuse, Pelzfresser);
   6. Odonaten (Wasserjungfern, auch Libellen genannt);
   7. Neuropteren (Florfliegen, Ameisenlöwen u. a.);
   8. Panorpaten (Scorpionsfliegen und Verwandte);
   9. Hymenopteren (Bienen, Wespen usw.);

II. Spiess- oder borstenförmig und nur zum Stechen befähigt sind die Oberkiefer der
   1. Siphonapteren (Flöhe);
   2. Thysanopteren (Blasenfüsser);
   3. Dipteren (Fliegen), wo sie vorkommen, nämlich nur bei den blutsaugenden Weibchen von *Culex, Simulia* u. a., sowie von *Tabanus, Haematopota* u. a.;
   4. Hemipteren (Wanzen, Zikaden, Zirpen, Blattläuse usw.);
   5. Larven einiger Neuropteren (*Mantispa, Coniopteryx, Osmylus*).

III. Sehr verkürzte, meist häutige, verkümmerte Mandibeln, welche nur bei der Aufnahme von Flüssigkeiten in Funktion treten, finden sich bei den
1. Perliden (Frühlingsfliegen);
2. Ephemeriden (Eintagsfliegen) und
3. Trichopteren (Wassermotten).

IV. Die Oberkiefer sind entweder noch deutlich oder rudimentiert, und zwar bei den Mikrolepidopteren (Kleinschmetterlingen).

V. Die Oberkiefer fehlen gänzlich bei den Dipteren, mit Ausnahme der unter II 3 erwähnten Blutsauger), und Makrolepidopteren (Grossschmetterlingen).

Die Verwendung der Oberkiefer ist schon angedeutet; sie dienen zum Beissen, Fassen, Zerreissen, Nagen, Zermalmen, Arbeiten, Graben, Tragen von Gegenständen usw. und sind je nach der Gattung des Insekts verschieden ausgebildet, und darnach richtet sich auch die Ernährungsweise. Auch dienen die Mandibeln mancher Insekten (Cerambycidae, Tomicidae) zum Durchnagen des Holzes und der Rinde, innerhalb oder unterhalb welcher das Insekt seine Entwicklung durchmachte, sofern nicht schon die Larve in der Nähe eines freien Ausgangs sich verpuppte, so dass das entwickelte Insekt sogleich ins Freie gelangt, z. B. bei den Holzbohrern (Cossidae, Sesiidae). Dass die Oberkiefer ein treffliches Verteidigungswerkzeug sind, ist allen jenen bekannt, die ein mit starken Zangen versehenes Insekt (Käfer, Blattwespen, Heuschrecken usw.) in der Hand hielten. Das Hirschkäfermännchen (*Lucanus cervus*), aber ebenso sehr auch sein Weibchen, vermögen ganz empfindlich zu kneipen.

Es giebt Insektenarten, deren Larven im stande sind, sich durch Metall hindurchzufressen. Beispiele dieser Art liegen mehrfach aus dem Bereiche der Bockkäfer (Cerambycidae) und Holzwespen (Siricidae) vor. Erichson teilt nach dem Vorgange von Demarest (Bull. Soc. Ent. France. 2. Sér. 2. Bd. S. 24—26, 32—33; Revue Zool. 1844, S. 90.) im Bericht über die wissenschaftl. Leistungen in der Entom. 1844, S. 15—16 die wichtigsten derartigen Fälle mit. Darnach ist es nur weiches Metall, woran dergleichen meist wahrgenommen ist, gewöhnlich Blei, in einem Falle Schriftgut, und nachweislich unter solchen Umständen, wo das Insekt sich den Ausgang aus seinem Puppenlager durch dasselbe zu bahnen hatte. Audouin erhielt eine Bleiplatte von der Bekleidung eines Schiffes, in welche Callidienlarven zahlreiche und tiefe Höhlungen genagt hatten; Emy hatte zu Rochelle ganze Stücke eines Bleidaches gesehen, welches von Bostrychiden nicht nur angenagt, sondern auch völlig durchlöchert war; Stephens fand Balken von den Larven des *Xylotrypes bajulus* ganz zerfressen, trotz ihrer Bekleidung mit Blei, und auch Löcher in der letzteren,

welche er für Bohrlöcher von Callidien hielt. De Brême zeigte der entomologischen Gesellschaft zu Paris mehrere Patronen aus dem Arsenal zu Toulon vor, an deren einem Ende das Papier durchlöchert und die Bleikugel bis zu einer Tiefe von 4—5 mm angenagt war. Du Boys teilte aus Limoges einen Schriftsatz mit, in welchen zwei tiefe Gänge gebohrt waren, worin man *Apate capucina* fand. Desmarest sperrte zwei *Callidium sanguineum* in dünne Bleigefässe, so dass beide durch den Boden des einen Gefässes getrennt waren, und dieser fand sich nach einigen Tagen durchlöchert, und beide Käfer nebeneinander.

Sogar Kartätschen und Kanonenkugeln wurden von *Sirex*-Larven angebohrt und durchfressen. (Marschall Vaillant, Compt. rend. Acad. sc. Paris. 7. et 14. Sept. 1857; — Revue et Mag. Zool. IX. S. 416—420.) Ebenso waren Bleiplatten von $1^1/_2$ Zoll Dicke von den Larven des *Sirex gigas*, wie Kollar nach Ausweis der Sitzungsber. d. zoolog.-botan. Vereins zu Wien. 1857, S. 155 mitteilt, durchbohrt worden.

Abweichend von den Mandibeln aller übrigen Insekten sind diejenigen der Schwimmkäferlarven (Dytiscidae) und der Larven der Neuroptera Planipennia zum Saugen eingerichtet. Jede der beiden Mandibeln der Schwimmkäferlarven stellt ein Saugrohr vor. Der lange, sichelförmige Oberkiefer besitzt auf seiner Unterseite zwei vorstehende Längsleisten, welche zusammenneigen und dadurch in der ganzen Länge des Kiefers einen Kanal umschliessen. Der dichte Verschluss der Naht dieses Kanals wird folgendermassen hergestellt. Die eine Leiste ist an ihrer Kante mit einer Rinne versehen, in welche die Kante der anderen Leiste dicht eingreift. Dieser feste Nahtverschluss ermöglicht es, dass durch die vordere Oeffnung des Kanals flüssige Nahrung dem Schlunde zugeführt werden kann. Vergl. H. Dewitz, Berlin. Entom. Zeitsch. 1882, S. 67.

Eine Saugvorrichtung an den Oberkiefern findet sich, wie eben angeführt wurde, auch bei den Larven der Neuroptera Planipennia; sie entsteht aber im Verein mit den Unterkiefern, so dass je ein Ober- und Unterkiefer zusammen ein Saugrohr bilden. (Brauer, Systemat.-zoolog. Studien, 1885, S. 63, 65.) Eine ausführliche Beschreibung des Saugapparats der *Myrmeleon*-Larven findet sich bei H. Dewitz, Berlin. Entom. Zeitschr. 1882, S. 61—66, mit Fig.

Von denjenigen Dipterenarten, die nur im weiblichen Geschlecht Mandibeln besitzen (*Culex, Simulia, Tabanus, Haematopota* u. a.) zeigen die Weibchen infolgedessen eine andere Lebeweise als die Männchen. Die Männchen werden honigsaugend auf Blumen angetroffen, während die Weibchen, wie schon S. 206 erwähnt, auf Blutsaugen angewiesen sind. Unter zahlreichen, auf Blüten sitzenden Individuen einer Mückenart (*Culex*) findet sich daher, wie leicht erklärlich, kein einziges Weibchen. Vergl. Fritz Müller, Kosmos, 8. Bd. 1880—81, S. 40.

In seltenen Fällen kommt in einer und derselben Art neben

dem blutsaugenden Weibchen noch eine zweite weibliche Form vor, welche gleich dem Männchen der Oberkiefer entbehrt. Das ist nach Fritz Müller (a. a. O.) bei *Paltostoma torrentium*, einer brasilianischen Mückenart, der Fall.

Die Unterkiefer.

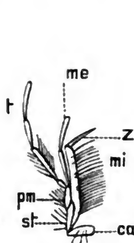
Das zweite Kieferpaar sind die Unterkiefer, welche auch Maxillen genannt werden. Sie sind in ihrer Zusammensetzung und auch in dem meist schwächlichen Baue, obgleich es sehr kräftig ausgebildete giebt, z. B. bei Lamellicorniern, ganz verschieden von dem ersten Kieferpaare, den Oberkiefern. Der Unterkiefer ist aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Als Hauptstück ist der Stamm (Fig. 109 II st) zu betrachten. Dieser ist mit dem Kopfskelett durch ein Verbindungsstück, die Angel (ca, cd), verbunden, und zwar jederseits vor oder neben dem Grunde der Unterlippe. Bei den Hymenopteren hängen die Maxillen mit der Unterlippe zusammen und bilden damit eine Mundklappe. Bei den Trichopteren sind die Maxillen mit der Unterlippe am Grunde verwachsen. Aehnlich ist es bei manchen Coleopterenlarven, z. B. den Larven der Elateriden und Malacodermaten. An der Aussenseite des Stammes, meist mehr nach der Spitze zu, ist vermittelst eines Zwischenstücks, des Tasterträgers (pm), der Taster (t) eingelenkt. Als wichtige, der Nahrungsaufnahme dienende Teile sind die Laden anzusehen. Gewöhnlich sind zwei Laden, eine innere (mi) und eine äussere (me), vorhanden. Die innere Lade sitzt innenseitig am Endabschnitte des Stammes, die äussere an der Spitze desselben, also zwischen dem Grunde des Tasters und der inneren Lade. Bei manchen Insektenlarven, z. B. den Larven vieler Heteromeren und Staphyliniden, erscheint die innere Lade als eine einfache Erweiterung des Stammes, auf dessen Rücken der Taster sitzt (Fig. 124, S. 212). Hieraus ist leicht zu folgern, dass die Mandibel dem Stamme der Maxille samt der inneren Lade desselben entspricht.

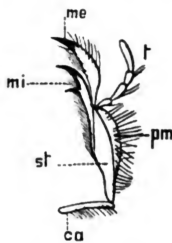
Die gewöhnlich vorkommenden Teile des Unterkiefers sind demnach

1. der Stamm (stipes) st,
2. die Angel (cardo) ca,
3. der Tasterträger (palparium) pm,
4. der Taster (palpus maxillaris) t,
5. die innere Lade (mala interior) mi,
6. die äussere Lade (mala exterior) me.

Am verschiedenartigsten zeigen sich bei den zahllosen Insektenarten die Laden. Je nachdem sie zum Beissen, Stechen, Streicheln, Bürsten, Schlürfen oder Saugen dient, ist die innere Lade am Ende hakenförmig und kräftig zugespitzt, oder läuft in schwächere Spitzen aus oder ist stumpf und mit feinen Haaren bekleidet oder bürstenförmig, oder sie ist schliesslich in einen langen Pinsel ausgezogen. Die

äussere Lade nimmt nicht immer an diesem mannigfaltigen Baue der inneren Lade teil; sie ist gewöhnlich stumpf und lappenförmig. Sehr verschiedenartig sind die Maxillarladen unter den Käfern ausgebildet. Die beistehenden Figuren 120, 121 und 122 veranschaulichen die Verschiedenheit der Maxillarladen dieser Insekten nur teilweise. Zuweilen schliessen beide Laden sehr eng aneinander. In anderen Fällen ist die äussere Lade verkümmert oder nicht ausgebildet. Bei den Orthopteren und ähnlich auch bei den Thysanuren und einigen





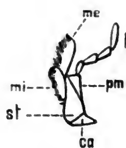


Fig. 120. Fig. 121. Fig. 122.

Fig. 120. Unterkiefer von *Cicindela hybrida* (Tigerkäfer). Orig. — me, äussere Lade; mi, innere Lade mit beweglicher Spitze z; st, Stamm; ca, Angel; pm, Tasterträger; t, Taster.

Fig. 121. Unterkiefer von *Passalus cornutus*. Orig. — me, äussere Lade; mi, innere Lade; st, Stamm; ca, Angel; pm, Tasterträger; t, Taster.

Fig. 122. Unterkiefer von *Hister quadrimaculatus*, einem rotfleckigen Stutzkäfer. Orig. — Bezeichnung wie in Fig. 121.

Neuropteren überragt die äussere die innere Lade helmförmig und findet sich deswegen bei den entomologischen Schriftstellern (z. B. Burmeister und Gerstaecker) häufig als Helm (galea) bezeichnet.

Eine ausserordentliche Verlängerung der mit einer Rinne versehenen äusseren Lade hat die Form des sogenannten Rüssels der Schmetterlinge hervorgebracht, worüber unten die Rede sein wird.

Bei einigen amerikanischen Käferarten, die der Gattung *Nemognatha* (Meloidae) angehören, ist die äussere Lade der Unterkiefer gleichfalls, wie bei den Lepidopteren, enorm verlängert und rinnenförmig, so dass sie als Saugrüssel dienen können. Die genannten Käfer gebrauchen diesen Rüssel, gleichwie die Schmetterlinge, in der That zum Gewinnen des Nektars aus tiefen und engen Blumenröhren. Fritz Müller ist es, dem wir die Kenntnis dieser wichtigen Beziehung zwischen Form und Funktion bei *Nemognatha* verdanken. Vergl. H. Müller, Kosmos, 6. Band, Seite 302—304, und 10. Band, S. 57—61, Fig.

Die äussere Lade ist zweigliedrig bei den Orthopteren, Neuropteren (Megalopteren und Sialiden) und einer Anzahl Coleopteren (Carabiden, Cicindeliden und Dytisciden). Bei diesen Coleopteren ist die Lade von der Form eines Tasters, weshalb ihnen drei

Paar Taster zugeschrieben werden. Grassi giebt auch die äussere Lade von *Japyx* (Apterygogenea) als zweigliedrig an. Unter den Larven der Coleopteren besitzen diejenigen der Carabiden, Elateriden u. a. ebenfalls zweigliedrige äussere Laden.

Die Taster (Fig. 107, 108 k_2t, 109 IIt, 110 k_2t, 120, 121, 122 t), welche auch Palpen genannt werden (von palpus = ein zum Streicheln dienender Gegenstand) sind stets ein wesentlicher Anhang der Unterkiefer. Sie werden als Kiefertaster oder Maxillartaster von den Lippentastern unterschieden. Während sie in der Form den typischen Taster kaum jemals verläugnen, so dass alle Kiefertaster einander ähnlich sind, so unterscheiden sie sich in den verschiedenen Gruppen um so mehr in der Zahl der sie zusammensetzenden Glieder. Ein typischer Taster ist stets mehrgliedrig.

Ungegliedert sind die Kiefertaster vieler Dipteren, z. B. der Syrphiden, Pipunculiden, Musciden u. a.; rudimentär bei den Oestriden. Auf den tiefer stehenden Stufen der Organisation der Dipteren finden wir dagegen stets mehr- (4—5-) gliedrige Taster, z. B. bei den Culiciden, Chironomiden, Tipuliden, Psychodiden, und Cecidomyiden, während die Zwischenstufen drei- und zweigliedrige Taster aufweisen. Die Taster fehlen bei *Oligarces*, einer Gattung der Cecidomyiden (Meinert, in der Naturhist. Tidsskr. 3. Raek. III. 1865, S. 225).

Die Kiefertaster der Käfer bestehen fast durchweg aus 4 Gliedern, die der Hymenopteren gewöhnlich aus 6, die der Orthopteren, Perliden, Termitiden und Embiiden stets aus 5, die der Psociden aus 4, die der Neuropteren aus 5 oder 6 Gliedern. Auch die Trichopteren zeigen meist 5 Glieder, aber die Männchen der Gruppen Phryganeinae und Limnophilinae haben weniger, nämlich 3- oder 4 gliedrige, die Männchen der Sericostomiden 2- oder 3 gliedrige Kiefertaster. Sehr verschieden ist die Zahl bei den Apterygogenea: bei *Machilis* 7, *Thermophila* 6, *Lepisma* und *Nicoletia* 5, *Japyx* 2, *Campodea* 1. Während den Maxillen der Poduriden Taster abgesprochen, aber der Innenlippe zugesprochen werden, giebt Lubbock bei der Gattung *Sminthurus* eingliedrige Kiefertaster an. Unter den Mallophagen sind die Liotheiden mit 4 gliedrigen Kiefertastern bedacht, aber bei den Philopteriden finden sich keine deutliche Taster. Die der Thysanopteren sind 2- oder 3 gliedrig. Unter den Lepidopteren weisen die meisten Microlepidopteren, namentlich die Tineiden, gut entwickelte, mehrgliedrige Kiefertaster auf, aber die übrigen Lepidopteren fast allgemein zu kurzen, oft gegliederten Stummeln verkümmerte Kiefertaster. Den Hemipteren fehlen Kiefertaster. Auch die Larven der Neuroptera Planipennia besitzen keine Maxillartaster.

Unter der Annahme, dass die Kieferpaare und die Beinpaare, weil sie einander ursprünglich gleiche Anhangsorgane sind, auch im Baue eine gemeinsame Grundform erkennen lassen

müssen, ist es eine Aufgabe der Morphologen, die einander entsprechenden Teile beider Kategorien zu suchen.

Dem gegliederten Bein entspricht der Stamm samt dem aufsitzenden Taster, welcher nur eine Fortsetzung des Stammes ist. Dieser entspricht ganz der Hüfte. Die Angel ist als Verbindungsstück ausserdem abgegliedert. Der Tasterträger gleicht dem Schenkelringe. Die innere Lade ist ein unvermittelter Fortsatz des Stammes. Die äussere Lade erscheint als ein Anhang des Stammes und entspricht dem Aftergliede an den Fühlern vieler Käferlarven (S. 195). Die beiden Laden sind morphologisch und genetisch voneinander ganz verschieden.

Die ursprüngliche Form der Maxillen findet sich bei den Larven einer Anzahl Coleopterenarten aus der Familie der Dytisciden, z. B. bei *Hyphydrus ovatus* L. (Fig. 123). Auch bei der *Pelobius*-

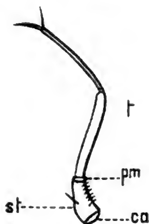


Fig. 123.

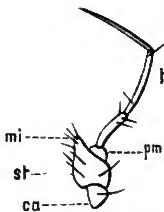


Fig. 124.

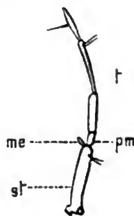


Fig. 125.

Fig. 123. Unterkiefer einer Schwimmkäferlarve, *Hyphydrus ovatus* L. Nach Schioedte. st, Stamm; pm, Tasterträger; t, Taster; ca, Angel.

Fig. 124. Unterkiefer der Larve eines anderen Käfers, *Stenus bipunctatus* L. Nach Schioedte. st, Stamm; mi, innere Lade; ca, Angel; pm, Tasterträger; t, Taster.

Fig. 125. Unterkiefer einer anderen Schwimmkäferlarve, *Dytiscus marginalis*. Nach Schioedte.
st, Stamm; me, äussere Lade; t, Taster; pm, Tasterträger.

Larve entbehren die Maxillen der Laden. Dass die innere Lade nur durch einseitige zahn- oder höckerartige Erweiterung des Stammes entstanden ist, lehrt uns Fig. 124. Bei der *Dytiscus*-Larve (Fig. 125) sitzt am Ende des Stammes innenseitig eine kleine äussere Lade auf, während die innere Lade fehlt. Dasselbe ist bei den Larven einiger anderer Dytiscidenlarven der Fall.

Im Larvenzustande mancher Käfer sind die Maxillen auch den Fühlern sehr ähnlich, z. B. bei der *Cybister*-Larve, den Larven mancher Staphyliniden und Carabiden. In letzterer Familie fehlt z. B. den Larven von *Loricera* und *Sphodrus* (*Gernet*) die innere Lade, während die äussere zweigliedrig ist, und der viergliedrige Taster als direkter Fortsatz aus dem Ende des Stammes entspringt. Die Entstehung der äusseren Lade an der Maxille und des Aftergliedes am Fühler legt die Annahme der ursprünglichen Gleichheit dieser Anhänge nahe. Dass

diese Homologien in so ursprünglicher Form bei den Coleopteren, beziehentlich bei deren Larven auftreten, weist ebenso, wie die auf S. 196 berührte Fühlerbildung, auf den Anschluss an tiefer stehende Arthropoden hin.

Die Innenlippe oder Zunge.

Die Innenlippe (endolabium), welche auch „Zunge" und „Hypopharynx" genannt wird, ist nur bei wenigen Insektenformen so ausgebildet, dass sie als verwachsenes drittes Kieferpaar zu erkennen ist. Sie findet sich

1. als unterlippenförmiges, mit einem Tasterpaar ausgerüstetes Organ bei *Hemimerus;*
2. als ein zusammengesetztes Gebilde, welches aus einem mittleren ungeteilten, zungenförmigen Stücke und zwei voneinander getrennten, mit ersterem verwachsenen und demselben aufliegenden Seitenstücken besteht, bei den Thysanuren und Poduriden, bei welchen auch Taster am Grunde der Seitenstücke vorzukommen scheinen;
3. als einfaches zungenförmiges, von der Unterlippe frei abstehendes Gebilde bei den Orthopteren, Libelluliden, Thysanopteren, manchen Hymenopteren und Dipteren (bei letzteren zuweilen zu einer Stechborste ausgebildet);
4. als zungenförmiges, mit der Unterlippe eng verwachsenes Gebilde bei den Coleopteren.
5. als kissenförmiges bis zum Verschwinden verkümmertes Rudiment bei sonstigen Insekten.

Die Innenlippe liegt innen vor der Unterlippe und zwischen dem Grunde der Unterkiefer; sie ist es, welche z. B. bei den Orthopteren und Libelluliden die Mundhöhle von unten bedeckt, während die grössere Unterlippe als untere Klappe dient (Fig. 126).

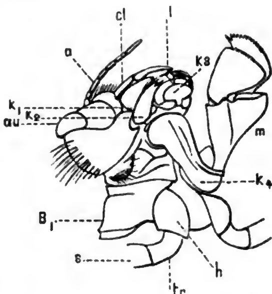


Fig. 126. Kopf und vorderer Brustring einer Larve von *Libellula*. Orig.
l, Oberlippe; cl, Kopfschild; a, Fühler; au, Augen; k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; k_3, Innenlippe; k_4, Unterlippe; m, Kinn; B_1, vorderer Brustring; s, ein Teil des Vorderbeins; h, Hüfte; tr, Schenkelring.

Wie eine gewöhnliche Unterlippe ist die Innenlippe von *Hemimerus talpoides* gestaltet. F. Walker (1871) stellte diese merkwürdige, flügellose, schabenförmige, aus Westafrika stammende Insekt zu den Gryllotalpiden; aber Saussure (1879) sieht es für eine völlig isolierte, von den übrigen Insekten zu trennende Form an.

Die Innenlippe dieses Insekts

(Fig. 127 III) ist um die Hälfte kleiner als die Unterlippe und besteht aus

a. dem chitinisierten Hauptstücke, welches vorn in der Mitte tief eingeschnitten und als Mentum zu bezeichnen ist;

b. einem schmalen häutigen, den Vorderrand des Mentum bildenden und kurz pubeszierten Stücke;

c. je einem nach innen zu seitlich und ungefähr in der Mitte eingelenkten dreigliedrigen Taster (t), dessen erstes Glied ziemlich kurz ist;

d. einem das Mentum stützenden Grundteil (g), welcher dem Submentum entspricht.

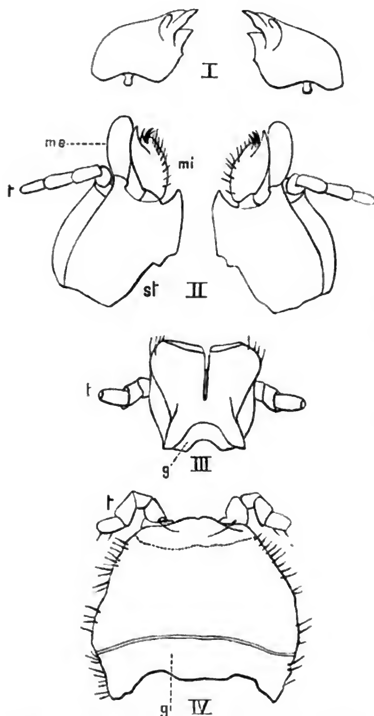


Fig. 127. Die Mundwerkzeuge von *Hemimerus talpoides* Wlk. Nach de Saussure.
I. Oberkiefer (mandibulae).
II. Unterkiefer (maxillae). me, äussere Lade; mi, innere Lade; st, Stamm; t, Taster.
III. Innenlippe (endolabium). t, Taster; g, Basalstück.
IV. Unterlippe (labium oder ectolabium). t, Taster; g, Basalstück, Kehle.

Die Innenlippe besteht bei den Borstenschwänzen, *Machilis*, einer Gattung der Apterygogenea (Fig. 128), aus drei am Grunde zusammensitzenden Stücken, nämlich der mittleren, ungeteilten eigentlichen Innenlippe (k_3) und zwei aufliegenden Seitenstücken (me). Die eigentliche Innenlippe sitzt unmittelbar innen vor der Unterlippe, die beiden mit ihr verbundenen Seitenstücke begrenzen die Mundhöhle bezw. den Schlund. Die beiden Seitenstücke sind als die äusseren Laden der Innenlippe aufzufassen; jede derselben ist am freien Ende in zwei Lappen geteilt und trägt am Grunde aussen einen kleinen Vorsprung. Zwei an

der Innenseite der Unterlippe befindliche chitinöse Leisten dienen der Innenlippe als Stütze. Vergl. J. T. Oudemans, Beiträge zur Kenntnis der Thysanura und Collembola. S. 185—186.

Ausser der eigentlichen Innenlippe finden sich zwei getrennte Laden an derselben ebenso bei anderen Thysanuren, z. B. *Lepisma*, *Campodea*, *Japyx*, und bei den Collembola (Poduriden, Springschwänzen). S. Fig. 129. Bei *Tomocerus vulgaris* schreibt Tullberg (Sveriges Podurider, 1872, S. 20.) der Innenlippe auch ein Paar von Tastern zu, welche sich am Grunde der Laden befinden. Ebenso v. Olfers Annotationes ad Anatomiam Podurarum, 1862, S. 14. Die kieferartige Bildung der Innenlippe, insoweit sie die beiden Laden betrifft, veranlasste Lubbock, sie für ein zweites Paar Maxillen anzusprechen, welche mit der Innenlippe dicht verbunden sind.

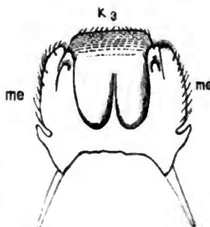


Fig. 128. Innenlippe eines Thysanuren, *Machilis maritima*. Nach Oudemans.
k_3, die eigentliche Innenlippe; me, die innenseitig ihr anliegenden zugehörigen Laden. Diese sind in natürlicher Lage näher zusammengerückt.

Die eben geschilderte, sehr ursprüngliche Bildung des dritten Kieferpaares findet sich nur bei den Apterygogeneen oder unechten Insekten. Bei allen übrigen Insekten, ausser dem gleich den Apterygogeneen ungeflügelten *Hemimerus*, tritt das dritte Kieferpaar nur als einfache (taster- und ladenlose) Innenlippe auf, die oft sehr verkümmert oder mit der Unterlippe verwachsen ist. Noch am besten kommt sie bei den tiefer stehenden Insekten, den Orthopteren (Blattiden, Termiten, Locustiden etc.), Physopoden und Libellen auf. Bei den Dipteren ist sie bedeutend entwickelt und funktioniert in hervorragender Weise. Den Physopoden dient sie nach Jordan (Zeitschrift für wissensch. Zool. 1888) zum Zerstören der Pflanzengewebe.

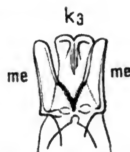


Fig. 129. Innenlippe eines Poduriden, *Orchesella fastuosa*. Nach v. Olfers.
k_3, die eigentliche Innenlippe (Zunge); me, die gegeneinander beweglichen Laden derselben.

Den Hemipteren, Puliciden und Lepidopteren fehlt die Innenlippe gänzlich; bei den Cicaden ist sie höchstens als Rudiment vorhanden.

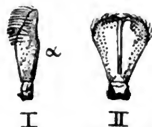


Fig. 130. Zunge einer Wasserjungfer, *Aeschna cyanea*. Orig.
I. Von der Seite gesehen; *a*, die Innenseite. II, Flächenansicht.

Fig. 130 zeigt die Innenlippe einer Libellulide, *Aeschna cyanea*. Wie sie bei den Larven dieser Insektenabteilung beschaffen ist, sehen wir in Fig. 126 k_3.

Die Innenlippe der Locustiden ist durch Fig. 109 III illustriert.

Ebenso frei, wie bei den Orthopteren, tritt sie auch bei Hymenopteren auf, z. B. *Vespa* (Fig. 131).

Bei den Coleopteren ist die Innenlippe eng mit der Unterlippe verbunden. (Fig. 132 k_3.)

Oft bedeutend entwickelt und überall vorhanden ist das in Rede stehende Organ in der Ordnung der Dipteren. Bei den Asiliden ist es so gut ausgebildet, dass es als das eigentliche Stechorgan fungiert und deswegen „Stechborste“ genannt wird. Es ist von einer mittleren Längsnaht durchzogen. Meistens erscheint es als eine schwache Borste; oft ist es vorn behaart. Zuweilen ist es verkümmert (Stratiomyidae u. a.).



Fig. 131. Innenlippe der gemeinen Wespe, *Vespa vulgaris*. Orig.

Nach Becher ist die „Stechborste“ bei *Cecidomyia* von ziemlich gleichmässig dreieckiger Gestalt, ihre Aussenränder behaart; — bei *Corethra* lanzettlich, fransig behaart; — bei *Culex* dünn und spitz; — bei *Chironomus* schmal, spitz, chitinös, von einer schwächeren Zone umgeben, die mit Haaren be-

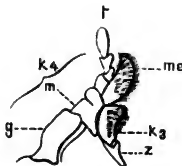


Fig. 132.

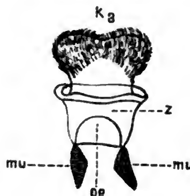


Fig. 133.

Fig. 132. Unterlippe nebst der Innenlippe von *Staphylinus erythropterus*; seitliche Ansicht. Orig.
k_4, Unterlippe; t, Taster derselben; m, Kinn; g, Unterkinn; me, eine der beiden äusseren Laden.
k_3, Innenlippe; z, ein dieselbe stützendes Basalstück.

Fig. 133. Innenlippe von *Staphylinus erythropterus*, von der Oberflächenseite gesehen. Orig.
k_3, die eigentliche Innenlippe; z, das dieselbe stützende Basalstück; mu, Muskel jederseits der Einlenkung des letzteren in den Schlund; oe, Schlundöffnung.

setzt ist; — bei *Simulia* länglich, vorn breit, dicht beborstet und von einem deutlichen Längskanal durchzogen; bei *Phlebotomus* (Psychodidae) stark, spitz und vorn behaart; — bei *Ptychoptera* breit und stumpf; bei *Sciara* länglich viereckig und wenig zugespitzt; bei *Bibio* an der scharfen Spitze behaart; bei *Limnobia* und *Epiphragma* von der Länge der Oberlippe, stark chitinisiert, mit einem rinnenartigen Kanal versehen und am Ende behaart; bei *Chrysops* zweispitzig; — bei *Pangonia* (Tabanidae) im weiblichen Geschlecht schmal, spitz, stark chitinisiert, Mittelrinne sehr deutlich; — bei *Asilus* und verwandten Gattungen sehr entwickelt, lang, am Ende scharf zugespitzt, stark chitinisiert und mit einer tiefen, oberen, den Ausführungsgang der Speicheldrüse aufnehmenden Rinne versehen, vorn an den Rändern der Rinne behaart und beborstet; — bei *Thereva* kräftig und stumpf; — bei *Scenopinus* schwach und undeutlich; — bei *Dolichopus* kurz,

am Grunde breit, dolchförmig, kräftig; — bei *Lonchoptera* stumpf, kurz, anscheinend eng mit der Unterlippe verbunden; bei *Pipunculus* kurz und schwach; — bei *Syrphus* und verwandten Gattungen lanzettlich, meist scharf zugespitzt; bei *Platypeza* eiförmig, vorn abgestutzt; — bei vielen Gattungen der Eumyiden aus zwei übereinander gelagerten Stücken zusammengesetzt, von denen das untere sich nur mit seinem vorderen Teile an den oberen anlegt, während dieser, merklich längere, die eigentliche Spitze bildet; — bei den Conopiden schwach und dünn, von der Länge der Oberlippe oder länger.

Bei der Menschen und Tiere stechenden *Stomoxys calcitrans* ist die „Stechborste" kräftig entwickelt, wie bei *Empis* und *Asilus*, so dass sie als dolchartiger Stechapparat wirkt.

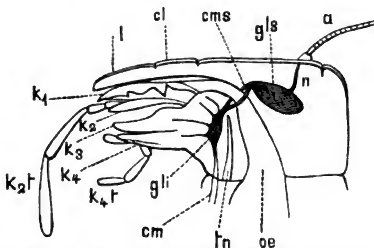


Fig. 134. Längsdurchschnitt durch den Kopf einer Heuschrecke (*Decticus*). Orig.
l, Oberlippe; cl, Kopfschild; a, Fühler; k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; k_2t, Taster des Unterkiefers; k_3, Innenlippe; k_4, Unterlippe; k_4t, Taster der Unterlippe.

Die Lage der Innenlippe in Beziehung zur Mundhöhle und zur Unterlippe ist in Fig. 134 veranschaulicht, welche einen Längsdurchschnitt durch den Kopf eines mit einer gut ausgebildeten Innenlippe versehenen Insekts (*Decticus*) darstellt.

Die Unterlippe.

Die Unterlippe ist derjenige lippenartige Anhang, welcher an der Unterseite des Kopfes als mittelständige Klappe den Mund von unten bedeckt. Da sie morphologisch als ein Kieferpaar aufzufassen ist, so müssen wir ihre Bestandteile wenigstens noch am Embryo erkennen können; und dies ist in der That, wie aus Fig. 57 k_4 (S. 129) zu ersehen, der Fall. Aber auch bei vielen entwickelten Insekten finden wir deutliche Anzeichen von einer ursprünglichen Trennung der Unterlippe in zwei Hälften. Jede Hälfte stellt einen Kiefer dar, welcher einem der beiden Unterkiefer entspricht. In Fig. 109 IV ist m aus der Verwachsung der beiden Stämme (II st) entstanden; der mittlere Längseindruck ist eine Spur der früheren Zweiteiligkeit. Am vorderen Abschnitte finden wir paarweise die Taster t, sowie die inneren und äusseren Laden (mi und me). Auch der Tasterträger pm gleicht demjenigen der Unterkiefer, an welchem seine Lage, auf dem Rücken oder am Ende desselben, wechselt (Fig. 123—124).

Es giebt Beispiele von den Spuren einer mittleren Verwachsung der Platte m, nämlich unter den Laufkäfern, Blatthornkäfern u. a. Bei manchen Arten von *Carabus* ist die mittlere Spitze am Vorderrande derselben ausgeschnitten, und auf den Ausschnitt folgt eine die Mitte der Länge nach durchziehende Rinne.

Die aus der Verwachsung der beiden Stämme entstandene Platte m wird von den Entomotomen als „Kinn" (mentum) bezeichnet. Der vordere Teil der Unterlippe („ligula" genannt) besteht

a) aus dem Grundteile der beiden Ladenpaare,
b) den mit diesem Grundteile verwachsenen beiden Tasterträgern pm,
c) den beiden Tastern t,
d) den beiden äusseren Laden me,
e) den beiden inneren Laden mi.

Zwischen dem Kinn und der eigentlichen Lippe (ligula) findet sich zuweilen ein deutliches Zwischenstück, z. B. bei Staphyliniden (Fig. 135 zw).

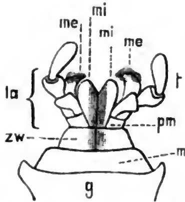


Fig. 135. Unterlippe eines Käfers, *Staphylinus erythropterus*, von der Oberflächenseite gesehen. Orig.
la, vorderer Abschnitt (ligula) der Unterlippe; me, äussere Laden derselben (Nebenzungen, Paraglossen gen.); mi, innere Laden derselben; t, Taster; pm, Tasterträger. zw, Zwischenstück. m, Kinn. g, Kehle.

Der Grundteil der Ligula ist bei den Orthopteren, Dermapteren, Perliden, Thysanuren und manchen Coleopteren in der Mitte und zwar oft bis zum Grunde geteilt, bei anderen Insekten aber verwachsen.

Auch die inneren Laden, welche bei den Orthopteren und in den nächstverwandten Ordnungen stets getrennt erscheinen, verwachsen bei den übrigen Insekten zu einem ungeteilten mittleren Lappen oder sind verkümmert.

Die äusseren Laden, welche gleichfalls bei den Orthopteren und Verwandten gewöhnlich sehr deutlich entwickelt sind, verschwinden oder verwachsen bei anderen Insekten mit dem mittleren Lappen. Aber bei manchen Käfern, namentlich Staphyliniden, Malacodermaten u. a., ebenso bei den Hymenopteren, sind die beiden äusseren Laden oft gut ausgebildet und werden hier „Nebenzungen" (Paraglossen) genannt.

Die vordere Hälfte der Unterlippe, also die Ligula, steht bei vielen Insekten (Orthopteren, Neuropteren, Hymenopteren, viele Coleopteren u. a.) frei vor, ist aber bei zahlreichen Coleopteren, z. B. *Copris, Ateuchus, Buprestis, Opatrum, Cleonus* u. a. nach rückwärts unter den Vorderrand des Kinnes geschoben und liegt demnach versteckt.

Bei Arten der Gattung *Stenus* (Coleoptera) kann die Unterlippe sehr weit vorgestreckt und wieder eingezogen werden. Verlängert sind hier die Ligula und das scheidenförmige Zwischenstück. In der Ruhe wird jene von diesem aufgenommen. (Meinert.)

Bei den **Larven der Odonaten** (Fig. 126 k_4, S. 213) ist die Unterlippe gleichfalls ungewöhnlich verlängert; sie wird in der Ruhe zusammengeklappt und bedeckt wie eine Maske die Unterseite des Kopfes. Verlängert sind an der Unterlippe dieser Larven (Fig. 136) das Kinn (m) und das Unterkinn (sm). Von den Laden sind die beiden inneren noch unentwickelt, die äusseren Laden (me) aber mit dem Tastenträger (pm) verwachsen; der Taster (t) ist eingliedrig.

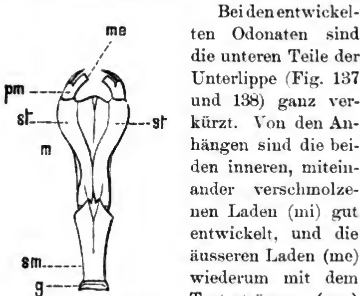


Fig. 136. Unterlippe und Kehle einer Larve von *Aeschna*. Orig.
pm, Tasterstück; t, Taster; me, äussere Lade; m, Kinn; st, st, die beiden Stämme; sm, Unterkinn; g, Kehle.

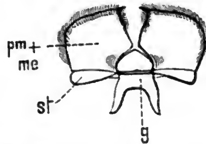


Fig. 137. Unterlippe und Kinn von *Libellula quadrimaculata*, Imago. Orig.
pm und mi, der mit der inneren Lade verschmolzene Tasterträger; st, Stamm (stipes); g, Kehle.

Bei den entwickelten Odonaten sind die unteren Teile der Unterlippe (Fig. 137 und 138) ganz verkürzt. Von den Anhängen sind die beiden inneren, miteinander verschmolzenen Laden (mi) gut entwickelt, und die äusseren Laden (me) wiederum mit dem Tasterträger (pm) verwachsen. Diese Verwachsung ist in der Gattung *Libellula* (Fig. 137) und *Cordulia* nicht erkennbar, viel deutlicher aber bei *Gomphus*, *Aeschna* (Fig. 138) und *Calopteryx*. Auch die Verwachsung des Mittellappens aus den beiden inneren Laden ist bei *Aeschna*, *Lestes*, *Agrion*, namentlich aber bei *Calopteryx* augenfällig.

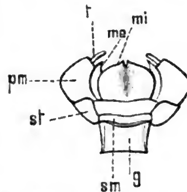


Fig. 138. Unterlippe und Kinn von *Aeschna mixta*, Imago. Orig.
pm, Tasterträger; t, Taster; me, äussere Lade; mi, innere Lade; st, Stamm; sm, Unterkinn; g, Kehle.

Der als **Unterkinn** (submentum) bezeichnete Abschnitt (Fig. 136, 138 sm) ist entweder unterdrückt oder mit der Kehle (gula) vereinigt, oder als vorderer Abschnitt derselben deutlich zu unterscheiden, oder es bildet ein fast selbständiges Stück zwischen Kinn und Kehle. Die **Kehle** (Fig. 108, 136, 137, 138 g) ist ein Teil des die Unterlippe tragenden Kopfsegments. Bei **vielen Coleopteren** ist die Kehle meist gross, deutlich und bildet z. B. bei den Blatthornkäfern (*Melolontha*, *Geotrupes*) den mehr oder weniger gewölbten glatten Buckel; bei den **Orthopteren** und **Odonaten** ist sie gewöhnlich klein und schwächlich ausgebildet.

Beträchtlich verlängert und als Futteral für die Ober- und Unterkiefer ausgebildet findet sich die Unterlippe bei den **Hemipteren** und **Dipteren**; dagegen rudimentartig bei den Larven der letzteren (vergl. **Brauer**, Die Zweiflügler des kais. Museums zu Wien. III. 1883).

Verhältnismässig gross ist die Unterlippe bei den Orthopteren, Odonaten und Verwandten, ziemlich klein bei vielen Hymenopteren und Coleopteren.

Ein Paar Taster ist an der Unterlippe der meisten Insekten vorhanden; und jeder Taster ist gewöhnlich aus drei oder vier Gliedern zusammengesetzt. Sie fehlen den Dipteren, Strepsipteren, Hemipteren und vielen Odonaten, sind sehr verkürzt und zweigliedrig bei den Liotheiden, einer Familie der Mallophagen, eingliedrig bei den Holzläusen (Psociden) und zahlreichen Odonaten.

Für die einzelnen Ordnungen ist die Gliederzahl eine sehr gleichmässige; denn bei den Coleopteren, Orthopteren, Neuropteren, Trichopteren und Lepidopteren sind sie dreigliedrig, aber viergliedrig bei den Hymenopteren. Doch ist es nicht ausgeschlossen, dass diese Zahl in einzelnen Gattungen vermindert ist, z. B. bei den Pselaphiden (Coleoptera) und Uroceriden (Hymenoptera).

Die Spindel, ein Spinnorgan der Lepidopterenraupen, der Afterraupen der phytophagen Hymenopteren, sowie der Larven der Trichopteren und einiger Coleopteren ist eine vorn an der Unterlippe in der Mitte stehende kleine Röhre, aus welcher der Spinnfaden hervorkommt.

Die Bedeutung der Taster.

Wenn ein mit kauenden Mundwerkzeugen versehenes Insekt, etwa eine Heuschrecke oder ein Käfer, in Begriff steht, Nahrung zu sich zu nehmen, so treten die Taster in Thätigkeit, indem sie zitternd oder tastend, gleichsam eifrig prüfend, sich bewegen, so dass es scheint, dass sie bei der Nahrungsaufnahme eine Rolle spielen. Es wird auch die Meinung ausgesprochen, dass die Taster, den Fingern gleich, bestimmt seien, bei der Zuführung zum Munde behilflich zu sein. Indes wird ein Käfer nicht immer daran gehindert, Speise aufzunehmen, wenn ihm die Taster abgenommen worden sind. Plateau hat zahlreiche Versuche in dieser Beziehung angestellt; er schnitt bald die Taster der Unterkiefer, bald diejenigen der Unterlippe, bald beide Tasterpaare ab, um aus der Wirkung des Defekts in Beziehung auf die Nahrungsaufnahme sich ein Urteil zu bilden. Aber die Fortnahme der Taster blieb ohne Einfluss auf die Fähigkeit, die Nahrung zu erkennen und zu ergreifen. Weder der Verlust der Unterkiefertaster, noch der Unterlippentaster, noch beider Tasterpaare zusammen hindert die Insekten, in normaler Weise zu fressen. Auch der Geruchsinn, deren Sitz in den Tastern gesucht wurde, wird durch die Fortnahme derselben nicht beeinträchtigt; ohne Zweifel deshalb, weil er meist nicht hier, sondern in den Fühlern seinen Sitz hat.

Wenn wir jedoch die Taster und deren grosse Mannigfaltigkeit betrachten, so drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass sie in irgend einer Weise dem Insekt beim Einnehmen der Nahrung, wo sie ja

auch in sichtbare Funktion treten, nützlich sind. Ein unnützes Organ wird rudimentär, und thatsächlich sind auch bei vielen Insekten die Taster sehr verkürzt oder verschwunden; aber bei hunderttausenden verschiedener Insektenarten sind sie gut ausgebildet.

Wir finden es daher begreiflich, wenn in anderer Richtung verlaufende Untersuchungen und Schlussfolgerungen dahin führen, den Tastern eine gewisse Bedeutung in dem beregten Sinne zuzusprechen.

Wasmann, dem wir bereits die Deutung vieler Beziehungen zwischen Form und Funktion eines Organs bei den Insekten verdanken, gelangt nämlich zu der Ansicht, dass die Taster bei der selbständigen Nahrungsaufnahme eine wichtige Aufgabe zu erfüllen haben. Zu solchem Schlusse leitete diesen Beobachter schon die auffallende Thatsache, dass bei denjenigen Käfern und Hautflüglern, welche die selbständige Ernährungsweise mehr oder weniger aufgegeben haben und von anderen Insekten gefüttert werden, sich stets eine entsprechende Reduktion der Taster bis zur gänzlichen Verkümmerung derselben zeigt, z. B. bei den echten Gästen der Ameisen und Termiten und bei den sklavenhaltenden Ameisen. Zu jenen gehören aus der Familie der Pselaphiden für die europäische Fauna *Batrisus*, *Abatrisops*, *Centrotoma* und *Chennium*. Diese haben ihren normalen Wohnort nur in Ameisennestern und besitzen ohne Ausnahme kürzere Kiefertaster, als ihre nicht oder nicht ausschliesslich bei Ameisen lebenden Verwandten, welche gut entwickelte viergliedrige Taster aufweisen.

Auch die mit der ebengenannten Familie nahe verwandten Clavigeriden gehören, wie schon seit langer Zeit bekannt ist, zu den Ameisenfreunden. Sie sind echte Gäste der Ameisen, von denen sie gefüttert werden; und dementsprechend sind ihre Fresswerkzeuge, namentlich die Taster, so sehr verkümmert, dass letztere nur aus einem einzigen, kaum über den Stamm der Unterkiefer vorragenden Gliede bestehen.

In Bezug auf die Reduktion der Taster der sklavenhaltenden Ameisen führt Wasmann an, dass, während die nicht sklavenhaltende *Formica sanguinea* und deren Verwandte lange, sechsgliedrige Kiefertaster und viergliedrige Lippentaster besitzen, die gewöhnlich auf die Fütterung durch Sklaven angewiesene Art *Polyergus rufescens* im Verhältnis dreimal kürzere Taster aufweist, von denen die Kiefertaster ausserdem auf vier, die Lippentaster auf zwei Glieder reduziert sind. *Anergates atratulus*, der vollständig abhängig ist von den ihn fütternden sogenannten Sklavenameisen, ist durch fast ganz verkümmerte Taster ausgezeichnet; die Kiefertaster sind zweigliedrig, die Lippentaster eingliedrig. Diese Wechselbeziehungen führten den genannten Forscher zu der Annahme, dass die Selbständigkeit der Nahrungsaufnahme in einer gesetzmässigen Beziehung zur Entwicklung der Taster steht. „Bei den Curculioniden und Tomiciden ist die Kleinheit der Taster — verkümmert kann man sie nicht nennen

— dadurch bedingt, dass diese Käfer mit ihrem meist rüsselförmig verlängerten Kopfe in Pflanzenteile sich einbohren; längere Taster wären in diesem Falle unmöglich, weil sie verletzt würden." Auch die Larven der meisten Coleopteren, der Lepidopteren etc. besitzen sehr kurze Taster, welche wohl als unentwickelt zu betrachten sind.

Was nun die funktionelle Bedeutung der Taster anbelangt, so ermittelte Wasmann aus einigen Beobachtungen, dass sie vorzugsweise zum Aufsuchen und zur Prüfung der geeigneten Nahrung dienen. *Hydrophilus piceus* gebraucht seine Kiefertaster regelmässig als Finger, um den Bissen leichter in den Mund zu schieben. *Staphylinus caesareus* berührt wenigstens mit den Kiefertastern jeden Bissen bei jeder neuen Bewegung der Kiefer. Manche Käfer vermögen nach Verlust sämtlicher Taster keine Nahrung mehr zu sich zu nehmen und müssen verhungern (*Hydrophilus piceus*), während andere noch die Nahrung auffinden, aber nur unbeholfen fressen, z. B. *Dytiscus marginalis* und *Cybister virens*.

Die Funktion der Taster wird jedenfalls durch die später in dem Kapitel über Sinnesorgane zu behandelnden kegelförmigen, zum Tasten oder Riechen dienenden Papillen, die am Ende des letzten Tastergliedes sitzen, vermittelt. Und es mag schon hier angeführt werden, dass Graber (1885) fand, dass die Taster einiger Insekten auch auf Riechstoffe reagieren.

Wasmann, E., Zur Bedeutung der Palpen bei den Insekten. (Biolog. Centralblatt. IX. Bd. 1889. S. 303—308.)

Plateau, F., Expériences sur le rôle des palpes chez les arthropodes maxillés. I. Palpes des Insectes broyeurs. (Bull. Soc. Zool. France. Tome 10. 1885. S. 67—90; — Ref. Entom. Nachr. 1885. S. 270; American Naturalist. 1885. Vol. XIX. S. 1107; Biolog. Centralblatt. VI. Bd. S. 12.)

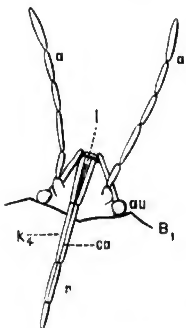


Fig. 139. Kopf einer Feldwanze (*Pentatoma*), von der Unterseite gesehen. Orig. a, Fühler; l, Oberlippe; r, Saugapparat (Rüssel), welcher besteht aus der viergliedrigen Unterlippe k_4 und den in der Rinne bei ca der ganzen Länge nach eingeschlossenen Mundteilen; au, Augen; B_1, vorderer Teil der Vorderbrust.

Das Saugorgan der Wanzen (Rhynchota).

Der Rüssel oder Schnabel der Wanzen (Fig. 139 r) besteht hauptsächlich aus der sehr verlängerten, gegliederten und rohrförmigen, gegen die Spitze hin verjüngten Unterlippe k_4. Innerhalb dieses Rohres befinden sich die den Saugapparat bildenden borstenförmigen Unterkiefer (Fig. 140 k_2), denen die gleichfalls borstenförmigen Oberkiefer (k_1) anliegen. In Fig. 141 ist der Rüssel eines Hemipterons (*Cicada*) im Quer-

schnitt dargestellt. Die Unterkiefer haben innen einen mittleren Vorsprung, so dass ein Doppelrohr (r und sk) entstanden ist; der obere Kanal (r) ist der Speise-, der untere (sk) der Speichelgang. Die diesen Saugapparat umschliessende rohrförmige Unterlippe (Fig. 139 k_4, 141 k_4) ist nur oberseits am Grunde offen und hier von der Oberlippe (Fig. 140 l, 142 l) bedeckt. Kiefer- und Lippentaster fehlen. Der Rüssel ist drei- oder viergliedrig.



Fig. 140. Der Saugapparat derselben Wanze mit den herausgestülpten Mundteilen. Orig.
l, Oberlippe; k_4, Unterlippe; k_1, Oberkiefer; k_2, die das Saugrohr bildenden Unterkiefer; die beiden Kieferpaare liegen dicht aneinander und sind nur vorn frei.

Die Mandibeln und Maxillen bekommen wir zu Gesicht, wenn wir die langgestreckte, lanzettliche Oberlippe emporheben (Fig. 140) und die im Rüssel versteckt liegende eigentliche Stechborste freilegen. Diese besteht aus vier aneinander gelegenen Stücken, den Mandibeln und Maxillen. Letztere liegen gewöhnlich eng aneinander.

Sowohl die Maxillen als auch die Mandibeln sind an der Spitze mit Zähnchen besetzt.

Das Doppelrohr, welches die Maxillen bilden, hat die grösste Aehnlichkeit mit dem Schmetterlingsrüssel.

Das Endglied des Rüssels (Unterlippe) trägt an der Spitze eine vertikale Spalte, welche den Eindruck einer Teilung des Endgliedes in zwei seitliche Hälften macht (Wedde). Dieses Endstück dient als Tastorgan.

Die äusserste Spitze des Rüssels ist ein mantelförmiges Gebilde, welches mit der Rüsselrinne in Verbindung steht und die Nahrungsaufnahme unterstützt.

Die Deutung der den Rüssel zusammensetzenden Teile ist seit Savigny sehr verschieden ausgefallen. Das auffallende Fehlen der

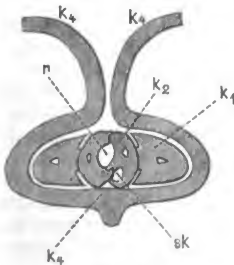


Fig. 141.

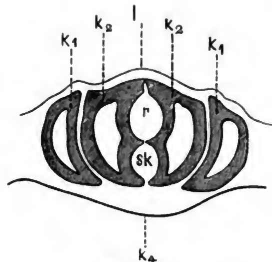


Fig. 142.

Fig. 141. Querschnitt durch die Mitte des Rüssels einer Zikade, *Cicada montana*. Nach Kräpelin.
k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; r, Speisekanal; sk, Speichelkanal; k_4, Unterlippe.

Fig. 142. Querschnitt durch den Grundteil des Rüssels einer Wasserwanze, *Notonecta glauca*. Nach Wedde.
k_1, Oberkiefer; k_2, Unterkiefer; r, Speisekanal; sk, Speichelkanal; l, Oberlippe; k_4, Unterlippe.

Palpen wurde von Kräpelin bestritten, welcher glaubte, dass die letzten Glieder des Rüssels die miteinander zu einem Ganzen verwachsenen Palpen seien. H. Wedde hat diese Ansicht aufgenommen, ohne sie jedoch in den Einzelheiten ganz zu vertreten. In Hinsicht darauf, dass die Unterlippe eines Insekts einem verwachsenen Paare von Kiefern entspricht, suchen wir an ihr nicht vergebens die einen Kiefer ausmachenden Teile: die Angel (cardo), das Hauptstück (stipes), den Tasterträger (palparium) und die Taster (palpi). Diese Abschnitte sind nach dieser Ansicht am Wanzenrüssel zu einem langgestreckten, unpaaren Organ verwachsen, welches als Unterlippe bezeichnet wird. Spuren einer Verwachsung finden sich am letzten Gliede des Rüssels vieler Hemipteren, bei denen hier noch deutlich eine Spaltung in zwei Hälften erkennbar ist (Wedde). Auch auf der Unterseite des Rüssels deutet die mittlere Längsfurche (Naht) auf eine Verwachsung zweier Hälften hin. Noch deutlicher tritt dies bei Zikaden hervor, bei denen das letzte Glied der Unterlippe durch eine im Innern gelegene chitinige Lamelle der Länge nach in zwei noch zusammenhängende Hälften geteilt ist.

In der Haltung zeigt der Rüssel der Hemipteren in den meisten Gruppen viel Uebereinstimmung. Er ist nämlich gewöhnlich nach unten gekrümmt und steht von der Brust entweder frei ab, z. B. bei den Wasserwanzen (*Ranatra*, *Nepa*), den Wasserläufern (*Hydrometra*) und den Reduviiden, oder ist fest an den Körper gedrückt (Lygaeidae). Bei *Pentatoma* liegt er in der Ruhe zum Teil in einer Rinne der Kehle.

Eine grosse Aehnlichkeit mit den Mundteilen der echten Hemipteren haben diejenigen der Pediculiden (Läuse). Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, dass der Rüssel der letzteren im Zustande der Unthätigkeit eingezogen wird, während er bei den ersten einfach nach unten geschlagen wird. Nitzsch, der gute Kenner der epizoischen Insekten, charakterisiert den Saugschnabel der Pediculiden wie folgt. „Der Schnabel besteht aus einer sehr kurzen Scheide, in welcher der Saugrüssel im Zustande der Ruhe zurückgezogen liegt und dann nicht mehr sichtbar ist. Vorgeschoben erscheint er als weiches Rohr, dessen Ende mit Reihen kleiner Chitinhäkchen bewehrt ist. In der Ruhe wird dieses bewehrte Ende in sich eingestülpt. Aus dem Rohre schiebt sich zum Oeffnen der Wunde ein feiner Hohlstachel hervor. Im Innern des Kopfes und zwar an der Unterseite stützt sich der mit Häkchen besetzte Saugrüssel auf zwei schmale braune Chitinleisten, deren jede sich winklig nach aussen umbiegt.“ (Giebel, Insecta epizoa. S. 21.)

In morphologischer Hinsicht exakter ist die Deutung von Schiödte. Der ausstülpbare Saugrüssel der Läuse wird durch die Unterlippe gebildet, „aus deren mit einem Hakenkranze bewehrtem

vorderen Ende sich ein durch die beiden Mandibeln und die von ihnen scheidenartig umschlossenen Maxillen gebildetes Rohr hervorstülpen lässt.“

Von den Mundteilen der Physopoden sind die Oberlippe mit den Unterkiefern und der Unterlippe zu einem kurzen Rohr verwachsen, während die Mandibeln zu Stechborsten umgewandelt sind. Die Kiefer- und Unterlippentaster sind kurz, ein- bis zweigliedrig. (Jordan, 1888.)

Das Saugorgan der Fliegen (Diptera).

Das Saugrohr der Dipteren (Fig. 143) besteht aus einer dorsalen und einer ventralen Halbrinne, der Oberlippe (l) und der Innenlippe (Stechborste, Hypopharynx) (k_3), und ist der ganzen Länge nach mehr oder weniger von der futteralartig aufgebogenen, mit eingliedrigen, endständigen Tastern versehenen Unterlippe (k_4) umschlossen. Es ist die Unterlippe, welche durch ihre verlängerte, rüsselartige Form auffällt. Sie dient als Scheide für die eigentlichen Stech- und Saugorgane, die lanzettförmigen Kiefer und die Innenlippe. Jene fehlen in beistehender Figur. Die Oberlippe, welche oft mehr oder weniger verlängert und zuweilen zugespitzt ist, ist unterseits halbrohrförmig (s. Fig. 143 l) und bedeckt die Stechorgane von oben. Zuweilen ist der Hypopharynx, der sonst nur kurz und häutig ist, zu einer kräftigen, langen, zugespitzten Stechborste umgebildet, wie man es z. B. bei den andere Insekten mordenden Asiliden findet. Die Oberkiefer finden sich nur bei den Weibchen blutsaugender Orthorhaphen; Becher führt sie an bei den Gattungen *Tabanus, Haematopota, Hexatoma, Chrysops, Pangonia, Culex, Ceratopogon, Simulia, Phlebotomus, Blepharocera, Atherix* und *Symphoromyia*. Es giebt unter den Dipteren kein mit Oberkiefern ausgerüstetes Männchen. Die Orthorhaphen (Mücken, Bremsen usw.) und zwar nur die Weibchen mehrerer Gattungen, besitzen die sämtlichen Mundteile, welche sich bei den kauenden Insekten finden, nur sind sie mehr verlängert, zugespitzt und zum Stechen eingerichtet. Aber bei den Cyclorhaphen (den eigentlichen Fliegen) sind die ursprünglichen Mundteile teilweise eingegangen; Oberlippe, Stechborste, Unterkiefertaster und Unterkiefer kommen zusammen noch vielfach vor; die letzteren sind aber oft verkümmert oder fehlen

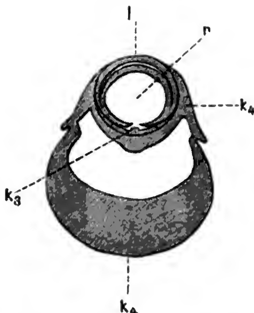


Fig. 143. Querschnitt durch die Mitte des Rüssels von *Melophagus ovinus*. Nach Kräpelin.
l, Oberlippe; k_3, Innenlippe; k_4, Unterlippe; r, Saugrohr.

ganz. Wenn der Rüssel vorhanden ist, finden sich nach Brauer stets mindestens Oberlippe und Unterlippe und meist auch die Unterkiefer. Bei den Oestriden fehlt der Rüssel überhaupt; unter den Acroceriden fehlt er den Gattungen *Ogcodes* und *Opsebius*, ist aber kurz stummelartig bei *Acrocera*, *Astomella* u. a., sonst aber verlängert. Auch in der Cecidomyidengattung *Oligarces*, welche mit *Miastor* verwandt ist, wurde er (vergl. Jahresbericht von Gerstaecker, 1865—66, S. 107) von Meinert vermisst.

Der Stech- und Saugapparat der Flöhe (Siphonaptera, Pulicidae).

Bei den Puliciden (Fig. 144) sind es die beiden Oberkiefer, welche im Verein mit dem unpaaren Stechorgan, nämlich der Oberlippe (l) das Saugrohr (r) bilden, indem sie, die letztere oberhalb und seitlich umgreifend, unten in der Mittellinie fest zusammenschliessen (Kräpelin). Die Oberlippe nimmt hier also in derselben Weise an der Bildung des Saugrohrs teil, wie bei den Dipteren, was aber nicht von den übrigen Teilen desselben gilt. Bei den Puliciden fehlt auch jede Verbindung der Unterlippe mit den seitlichen oder gar den oberen Teilen des Kopfes, während sich dieselbe bei den Dipteren mit allmählich breiter werdender Basis in der Regel einem mehr oder weniger entwickelten „Kopfkegel“ anschliesst, mit dessen oberen seitlichen Teilen sie in Verbindung steht und so vom Grunde an jenes oft fast zu einem geschlossenen Kanal nach oben sich zusammenwölbende Futteral des zarten Stechapparates, der beiden Kieferpaare und der Oberlippe, zu bilden vermag. Die Unterlippe verbindet sich bei den Puliciden einfach mit einem festen, braunen Chitinstücke in der Mittellinie des Unterkopfes, und diese Verbindung ist z. B. bei dem berüchtigten Sandfloh, *Sarcopsylla penetrans*, so lose, dass die Unterlippe in der Stechwunde eventl. zurückbleibt. In keinem Falle bildet die Unterlippe der Puliciden ein Futteral für den Stechapparat, sondern erscheint nur als eine verhältnismässig seichte Rinne, die erst im vorderen Abschnitte des Rüssels, wo (bei *Pulex*) die einen gespaltenen Fortsatz der Unterlippe darstellenden Unterlippentaster die Stechorgane wie zwei Klappen umschliessen (Fig. 144 k_4t), sich entwickelt hat. Dagegen sind es die Unterkiefer, welche statt der Unterlippe bei den Puliciden in Gestalt zweier breiter Platten jederseits von der gesamten

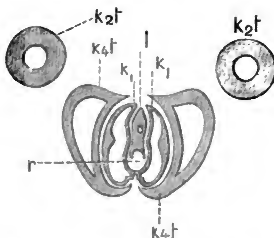


Fig. 144. Querschnitt durch das vordere Drittel des Stechapparates des gemeinen Flohes, *Pulex irritans*. Nach Kräpelin. l, Oberlippe; k_1, Oberkiefer; k_4t, Taster der Unterlippe; k_2t, Taster der Unterkiefer; r, Saugrohr.

Längsseite des Kopfes entspringen und sowohl das Saugorgan als auch den Grund der Unterlippe schützend in ihre Mitte nehmen. Diese Mundbildung weicht also von derjenigen der Dipteren durchaus ab.

Der Saugrüssel der Schmetterlinge (Lepidoptera).

Von den typischen Mundwerkzeugen der Insekten sind bei den meisten Schmetterlingen im wesentlichen nur die Maxillen und die Lippentaster entwickelt, während die übrigen Bestandteile der elementaren Mundorgane (S. 198) hier rudimentär sind. Der Schmetterlingsrüssel (Fig. 145 $k_2$me) besteht nur aus den verlängerten Laden der Maxillen (Fig. 146 u. 147 me). Obgleich derselbe, spiralig aufgerollt oder ausgestreckt, ein einziger Faden zu sein scheint, so finden wir doch bei näherer Untersuchung, dass er aus zwei, der Länge nach aneinander gelegten Stücken besteht, von denen jedes die verlängerte Aussenlade der Maxillen ist. Jede dieser Laden ist an der Innenseite tief gefurcht und halbrohrförmig. Dicht aneinander gefügt bilden beide zusammen ein geschlossenes Rohr, das Saugrohr oder den Rüssel. Das Rohr ist bis zum Grunde der Maxillen vollständig ausgebildet, so dass die Mundöffnung, in welche das Rohr die aufgesogene Flüssigkeit leitet, gegen aussen abgeschlossen ist. Nur ein schmaler Spalt ist oben am Grunde frei, aber von der Oberlippe bedeckt.

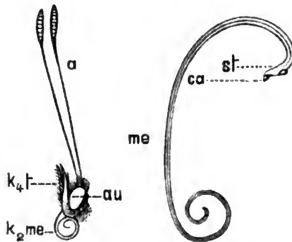


Fig. 145. Fig. 146.

Fig. 145. Kopf eines Tagschmetterlings (*Vanessa antiopa*, Trauermantel) mit eingerolltem Rüssel. Orig.
$k_2$me, der Rüssel; k_4t, Taster der Unterlippe; au, Seitenauge; a, Fühler.

Fig. 146. Eine der beiden Rüsselhälften bildender Unterkiefer (Maxille) desselben Schmetterlings, stärker vergrössert und grösstenteils ausgestreckt. Orig.
st, Stamm; me, verlängerte Aussenlade; ca, Angel.

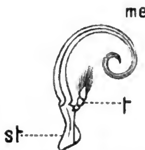


Fig. 147. Unterkiefer eines Kleinschmetterlings, *Crambus cannarum*. Nach Westwood.
me, die den Rüssel bildende Aussenlade; st, Stamm; t, Taster.

Die Taster der Unterkiefer sind bei den Grossschmetterlingen oft ganz verkümmert, aber namentlich bei vielen Kleinschmetterlingen deutlich (Fig. 147 t).

Die an der Unterseite des Kopfes nach hinten gerückte und mit der verlängerten Spitze dem Grunde des Rüssels unterseits aufliegende Unterlippe ist herzförmig oder dreieckig und gleich der Oberlippe von häutiger Beschaffenheit. Bei den Micropterygiden finden sich noch

freie Aussenladen (Walter). Jederseits an der breiten Basis der Unterlippe sitzt der grosse Taster (Lippentaster, palpus labialis). Er ist meist nach oben oder nach vorn aufgerichtet (Fig. 145 k_4t). Die beiden Taster haben den Grund des Rüssels zwischen sich. Jeder der Lippentaster besteht mit wenigen Ausnahmen aus drei Gliedern. Die beiden Grundglieder sind meist cylindrisch, aber das grosse letzte Glied ist sehr verschieden gestaltet, kegelförmig, eiförmig, fadenförmig, knopfförmig usw. Obgleich die Lippentaster gewöhnlich weit vorstehen, liegen sie bei manchen Bombyciden, namentlich bei den durch das Fehlen eines Rüssels ausgezeichneten Arten, ganz versteckt in dem Haarschopfe des Vorderkopfes. Wegen der Mandibeln vergl. S. 206.

Der Rüssel ist in manchen Gattungen ausserordentlich lang, indem er die Länge des ganzen Körpers übertrifft, z. B. bei Arten der Gattung *Sphinx*. Aber bei *Smerinthus* ist er verkümmert, nämlich kurz und dünn. Ebenso bei *Cossus* und manchen Spinnern. Mässig lang finden wir ihn bei den Tagschmetterlingen, Noctuiden und den meisten Motten. Ganz rudimentär und zwar nur in Gestalt zweier kleiner warziger Stummel neben dem Munde erscheint er (nach Kirbach) bei *Hepialus, Psyche, Saturnia, Aglia, Bombyx, Telea polyphemus, Platysamia cecropia, Actias luna* u. a. Herrich-Schäffer giebt bei *Tineola* und *Euplocamus* einen sehr kurzen, bei *Diurnea* einen undeutlichen Rüssel an, während dieser bei *Xysmatodoma, Diplodoma* und *Talaeporia* (Gattungen der Tineinen) gänzlich fehlen soll. Bei *Aglossa* wird der Rüssel als verkümmert bezeichnet.

Die Mundbildung der Wassermotten (Trichoptera).

Bei den Trichopteren verschmelzen die Unterkiefer und Unterlippe zu einem kurzen, ringförmigen, von der Oberlippe bedeckten Fortsatze, womit sie flüssige Nahrung aufnehmen. Von den Oberkiefern findet sich nur ein Rudiment jederseits neben dem Grunde der Oberlippe in Gestalt eines kleinen Höckers, der nur bei den grossen Arten erkennbar ist. Bei gewissen Gattungen ist der Rüssel länger als der Kopf; am längsten, wie Hagen mitteilt, bei dem australischen *Plectrotarsus gravenhorsti*, bei dem auch die Ober- und Unterlippe verlängert sind.

Nach Mac Lachlan besuchen einige grössere Arten nachts Blumen nach Art der Nachtschmetterlinge und nehmen dort wahrscheinlich flüssige Nahrung auf. Kolenati sah Trichopteren Wasser trinken.

Thysanuren und Poduriden.

Grassi (1888) unterscheidet unter den Thysanuren die Entotrophi, deren Mundteile der Aufnahme von pflanzlichem Detritus angepasst sind, nämlich *Campodea* und *Japyx*, von der Ectotrophi, deren

Mundteile rein kauende sind, nämlich *Machilis*, *Nicoletia*, *Lepisma*, *Thermophila* und *Lepismina*.

Die Poduriden, deren versteckte Mundteile (nach Meinert und Lubbock) hervorgestreckt und zurückgezogen werden können, nehmen hauptsächlich flüssige Nahrung auf.

Der Saugapparat der bienenartigen Hymenopteren (Apidae).

Unter den eigentlich zu den echten beissenden Insekten gehörigen Hymenopteren sind die Blumenwespen (Apidae) mit teilweise zu einem Saugapparat umgebildeten Mundteilen versehen. Z. B. bei den Honigbienen (*Apis*) und den Hummeln (*Bombus*) wird der Saugapparat gebildet aus dem vorderen Abschnitte (ligula) der Unterlippe, den diese umschliessenden, innen konkaven Lippentastern und den gleichfalls konkaven messerförmigen Unterkiefern, welche dadurch, dass sie sich zusammenlegen und ihre Ränder übereinandergreifen, ein Rohr bilden, dessen Inneres von der langen, wurmförmigen Ligula durchzogen wird. Letztere bildet ein Rohr; denn unterseits ist sie der ganzen Länge nach tief gefurcht; die Ränder der Furche neigen zusammen oder sind vielmehr so gegeneinander nach innen eingerollt, dass sie sich dicht berühren. Von der Biene eingesogener Saft gelangt zuerst in dieses Rohr, welches innen dicht behaart und mit Geschmacksorganen versehen ist. Durch zahlreiche ringförmige Chitinverdickungen erscheint die Ligula querringelig und ist sehr biegsam. In Fig. 148 liegen die Teile des Saugapparates auseinander; und die ganze Unterlippe ist vorgestreckt, wie es der Fall ist, wenn sie sich in Thätigkeit befindet. In der Ruhe wird die Unterlippe zusammengeklappt und an die Unterseite des Kopfes gelegt.

Das Charakteristische

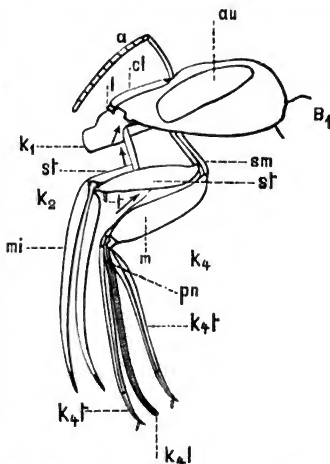


Fig. 148. Kopf einer Hummel, von der Seite gesehen, mit vorgezogenen Mundteilen. Orig. k_1, der rechte Oberkiefer (der linke Oberkiefer ist fortgelassen); k_2, die beiden Unterkiefer; st, Stamm derselben; mi, die säbelförmigen Laden derselben; t, der kleine zweigliedrige Unterkiefertaster; k_4, Unterlippe; k_4l, der in der Längsaxe hohle wurmförmige Vorderteil derselben; k_4t, der viergliedrige Taster derselben; pn, eine der beiden Nebenzungen; sm, Unterkinn; l, Oberlippe; cl, Kopfschild; a, Fühler; au, Auge; B_1, vorderer Brustabschnitt.

des Bienen- und Hummelrüssels liegt in der Entwicklung der unteren Mundteile, welche durch Verlängerung und Umformung zum Saugorgan umgebildet sind, während die Oberkiefer als kräftige, beissende Werkzeuge bestehen bleiben. Durch diese Bildung und das begrenzte Vorkommen nur bei einem Teile der Hymenopteren weichen die Mundteile dieser Insekten von denjenigen aller übrigen saugenden Insekten ab.

Uebersicht über die Mundteile der Rhynchoten, Dipteren, Siphonapteren und Lepidopteren.

Rhynchota (S. 222):

Mandibeln und Maxillen lang, borstenförmig; letztere das Saugrohr bildend; Unterlippe sehr verlängert, die Kiefer umschliessend.

Diptera (S. 225):

Mandibeln fehlend oder nur beim weiblichen Geschlecht mehrerer Gattungen vorhanden; Maxillen borstenförmig; Saugrohr von der Oberlippe und der Innenlippe gebildet; Unterlippe sehr verlängert, die Maxillen scheidenförmig umschliessend.

Siphonaptera (S. 226):

Mandibeln mit der Oberlippe ein Saugrohr bildend, welches unten von den Unterkiefern umschlossen wird, während die Unterlippe verkürzt ist.

Lepidoptera (S. 227):

Mandibeln fehlend oder verkümmert, bei niederen Mikrolepidopteren deutlicher; äussere Maxillarladen sehr verlängert, zusammen das Saugrohr bildend; Unterlippe kurz.

Ueber die Ausbildung und Verwendung der Unterlippe giebt folgende Uebersicht Auskunft:

1. Unterlippe lang, für die Kiefer als Scheide dienend: Diptera, Hemiptera.
2. Unterlippe kurz, an der Bildung des Rüssels nicht teilnehmend: Lepidoptera, Siphonaptera.
3. Unterlippe verlängert, zum Saugen eingerichtet: ein Teil der Hymenoptera (Apidae).

Die Mundwerkzeuge der Jugendzustände. Ihre Beziehung zu denjenigen der entwickelten Insekten.

Bei dem kleineren Teile der Insekten weisen alle Entwicklungszustände die gleiche Bildung der Mundteile auf. Es sind die Orthopteren und verwandte Gruppen, z. B. die Forficuliden, dann die

Termiten und Holzläuse. Aber auch die Hemipteren gehören hierher: denn schon die junge Larve hat einen Saugrüssel, wie das erwachsene Insekt. Ganz anders ist es bei den übrigen Insekten. Die Raupen der Lepidopteren und Trichopteren haben elementare beissende Mundteile. Und auch die Mundteile der Dipterenmaden und der entwickelten Dipteren sind voneinander sehr verschieden. Obgleich ferner die Larven der Coleopteren beissende Mundteile besitzen, welche auch die Coleopteren im entwickelten Zustande kennzeichnen, so sind dennoch die Mundteile der ersteren weniger ausgebildet als diejenigen der letzteren.

Die Larven einer kleinen Käferfamilie, der Eucnemiden, haben ähnlich einfache und sehr reduzierte Mundteile wie die Dipterenlarven. Der Kopf ist vorn hornig, abgeplattet und gezähnelt: in der Mundgegend sind ein lippenartiges Gebilde und zwei kleine Anhänge, die als ein Paar eingliedrige Maxillartaster gedeutet werden können, zu unterscheiden. In der Mundhöhle entdeckte Schiödte mit grosser Schwierigkeit eine sehr kleine Oeffnung, welche nur flüssige Stoffe durchlassen kann. Die Larven leben im Holze. Vergl. E. Perris, Annal. Soc. Entom. France. 1870. Suppl. S. 1—32. 2 Taf.

Bei den Odonaten weichen die Larven hinsichtlich der Mundteile (Fig. 136) von den entwickelten Insekten (Fig. 137 u. 138) namentlich durch die lange Unterlippe ab.

Ein Blick auf die Insektenlarven insgesamt belehrt uns, dass hier von dem einen Ende der Reihe bis zum anderen die Mundteile einer ähnlichen Reduktion unterworfen gewesen sind, wie bei den entwickelten Insekten. Den mit wohlentwickelten Mundwerkzeugen versehenen Jugendzuständen der Orthopteren, Odonaten, Neuropteren, Lepidopteren stehen diejenigen der Dipteren gegenüber, unter denen viele recht deutliche, manche aber sehr verkümmerte Mundteile besitzen, während den Larven von *Eristalis* (Brauer) die äusseren Mundteile sogar gänzlich fehlen. Vergl. S. 134.

Ueberschauen wir nunmehr die Mundwerkzeuge der Insekten in allen Zuständen, so finden wir, dass hinsichtlich der Wandelbarkeit der ersteren in den verschiedenen Ordnungen vom Larven- bis zum entwickelten Zustande die Insekten in drei Gruppen zu teilen sind. In der ersten Gruppe sind die Larven und die entwickelten Insekten mit einem Saugrüssel, in der zweiten die Larven und die entwickelten Insekten mit beissenden Mundteilen (oder wenigstens mit zangenartigen Kiefern), in der dritten Gruppe die Larven mit beissenden, die entwickelten Insekten mit saugenden Mundteilen versehen.

Mit Brauer (System.-zool. Studien, S. 298) unterscheiden wir diese Gruppen unter folgenden Bezeichnungen:

I. Insecta Menorhyncha. Der schon im Embryo angelegte Rüssel bleibt in allen Lebenszuständen unverändert,

höchstens tritt im entwickelten Zustande des Insekts eine Verkümmerung ein. Hierher gehören die Rhynchoten.

II. Insecta Menognatha. In allen Entwicklungszuständen finden sich zangenartige, gegeneinander bewegliche Kiefer, welche im entwickelten Zustande nur in einigen Ordnungen verkümmern (Ephemeridae, Trichoptera). Hierher gehören die Orthopteren, Odonaten, Neuropteren, Coleopteren, Panorpaten, Ephemeriden, Trichopteren und der grösste Teil der Hymenopteren.

Unter den Coleopteren sind die gegenständigen zangenförmigen Oberkiefer der Dytiscidenlarven zum Saugen eingerichtet (S. 208). Bei den Larven der megalopteren Neuropteren sind die Oberkiefer in Verbindung mit den Unterkiefern zu einem Saugorgan umgewandelt (S. 208).

III. Insecta Metagnatha. Die Larven haben beissende, die entwickelten Insekten saugende Mundteile, welche schon im Puppenzustande vorhanden sind. Hierher gehören die Dipteren, Siphonapteren, Lepidopteren und in gewisser Beziehung (S. 229) ein Teil der Hymenopteren.

Litteratur über die Mundwerkzeuge.

1. Allgemeines und elementar gebildete Mundteile.

Savigny, J. C., Memoires sur les Animaux sans Vertèbres. I. Partie. 1. Description et Classification des Animaux invertébrés et articulés. 32 Taf. 1. Fascicule. Théorie des Organes de la Bouche des Crustacés et des Insectes. Paris 1816. (117 S., 8 Taf.)

Meinert, Fr., Sur la conformation de la tête et sur l'interprétation des organes buccaux chez les Insectes, ainsi que sur la systématique de cet ordre. (Entom. Tidsskr. 1. Arg. 1880. S. 147—150.)

Brauer, Fr., Systematisch-zoologische Studien. (Sitzungsber. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. 91. Bd. 1885. S. 237 ff. Darin über Mundwerkzeuge der Insekten S. 298—304, 350—378.)

Müller, A., Vergleichend-anatomische Darstellung der Mundteile der Insekten. Mit 3 Taf. Villach, 1881.

Kräpelin, K., Ueber die Mundwerkzeuge der saugenden Insekten. (Zoolog. Anz. 1882. S. 574—579.)

Oudemans, J. T., Beiträge zur Kenntnis der Thysanura und Collembola. Mit 3 Taf. (Aus „Bijdragen tot de Dierkunde". S. 149 — 226. Amsterdam, 1888.)

Olfers, E. v., Annotationes ad Anatomiam Podurarum. Berolini, 1862. Mit 4 Taf.

Meinert, Fr., Tungens Udskydeliglied hos Steninerne, en Slaegt af Staphylinernes Familie. Mit 2 Taf. (Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren. 1884—86. S. 180—207.) Auch zool. Anz. 1887. S. 136—139.

Müller, Hermann, Ein Käfer mit Schmetterlingsrüssel. (Kosmos. 4. Bd. 1879—80. S. 302—304. Mit Fig.)

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. 1. Bd. Berlin, 1832. S. 57—68.

Graber, V., Die Insekten. 1. Teil, München 1877. S. 121—157.

—, —, Die äusseren mechanischen Werkzeuge der Tiere. II. Wirbellose Tiere. 1886. S. 210—220.

Kirby, W., und W. Spence, Einleitung in die Entomologie. Herausgegeben von Oken. Bd. III. 1827. S. 445—504.

Müller, H., Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig, Engelmann. 1873.

Wolter, Max, Die Mundbildung der Orthopteren mit spezieller Berücksichtigung der Ephemeriden. 4 Taf. Greifswald, 1883.

Muhr, J., Die Mundteile der Orthoptera. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie. (Jahrbuch „Lotos". Prag, 1877. S. 40—71. Mit 8 Taf.)

Gerstäcker, A., Zur Morphologie der Orthoptera amphibiotica. Mit 1 Taf. (Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. 4⁰. 1873. S. 39—59.)

Saussure, Henri de, Spicilegia entomologica genavensia. 1. Genre Hemimerus. (Mém. Soc. d. Physique et d'Hist. nat. de Genève. Bd. 26. 2. Teil; 24 S., 1 Taf. 1879.)

Burgess, E., The anatomy of the head and the structure of the maxilla in the Psocidae. (Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. 19. Bd. 1878. S. 291—296. 1 Taf.)

Schaum, H., Die Bedeutung der Paraglossen. (Berlin. Entom. Zeitschr. 5. Bd. 1861. S. 81—91.)

2. Hemiptera.

Leon, N., Beiträge zur Kenntnis der Mundteile der Hemipteren. Mit 1 Taf. Jena, 1888. 47 S.

Geise, O., Mundteile der Rhynchoten. (Archiv f. Naturgesch. 49. Bd. 1883. S. 315—373. Mit 1 Taf.)

Wedde, Hermann, Beiträge zur Kenntnis des Rhynchotenrüssels. (Archiv f. Naturgesch. 51. Jahrg. 1. Bd. 1885. S. 113—143. Mit 2 Taf.)

3. Diptera.

Becher, E., Zur Kenntnis der Mundteile der Dipteren. (Denkschr. Akad. d. Wissensch. Wien. Bd. 45. 1882. S. 123—162. Mit 4 Taf.)

Kräpelin, K., Zur Anatomie und Physiologie des Rüssels von *Musca*. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 39. Bd. 1883. S. 683—719. Mit 2 Taf.)

Dimmock, G., The anatomy of the mouth-parts and of the sucking apparatus of some Diptera. Mit 4 Taf. Boston, 1881.

Menzbier, M. A., Ueber das Kopfskelett und die Mundwerkzeuge der Zweiflügler. Mit 2 Taf. (Bullet. Soc. Imp. Natural. Moscou, 1880. S. 8—70.)

Hansen, H. J., Fabrica oris dipterorum: Dipterernes Mund: anatomisk og systematisk Henseende. I. Tabanidae, Bombyliidae, Asilidae, Thereva, Mydas, Apiocera. (Naturhist. Tidsskrift, 1883. 14. Bd. S. 1—186. Taf. 1—5.)

Mc Closkie, G., Kraepelins Proboscis of Musca. (American Naturalist. Vol. 18. 1884. S. 1234—1244. Mit Fig.)

Meinert, F., Fluernes Munddele. Trophi Dipterorum. Mit 6 Taf. Kjöbenhavn. 1881.

—, —, Die Mundteile der Dipteren. (Zoolog. Anz. 1882. S. 570—574 u. S. 599—603.

Gerstfeld, G., Ueber die Mundteile der saugenden Insekten. Dorpat, 1853.

4. Siphonaptera.

Kräpelin, K., Ueber die systematische Stellung der Puliciden. (Festschrift z. 50jähr. Jubil. d. Realgymnas. Johanneum. Hamburg. 17 S., 1 Taf. 1884.

5. Lepidoptera.

Kirbach, P., Ueber die Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. (Zoolog. Anzeiger. 6. Jahrg. 1883. S. 553—558. Mit 2 Holzschn.)

—, —, Ueber die Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. Mit 2 Taf. (Archiv f. Naturgeschichte. 1884. S. 78—119.)

Walter, Alfred, Palpus maxillaris Lepidopterorum. (Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. 18. Bd. 1884. S. 121—173.)

—, —, Beiträge zur Morphologie d. Lepidoptera. I. Mundteile. (Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss. 18. Bd. 1885. S. 751—807. Mit 2 Taf.)

Breitenbach, W., Der Schmetterlingsrüssel. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1881.)

—, —, Vorläufige Mitteilung über einige neue Untersuchungen an Schmetterlingsrüsseln. Mit 1 Taf. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 14. 1877. S. 308—317.)

—, —, Untersuchungen an Schmetterlingsrüsseln. Mit 1 Taf. (Ebenda, Bd. 15. 1878. S. 8—29.)

—, —, Ueber Schmetterlingsrüssel. Mit 1 Taf. (Entomolog. Nachr. 5. Jahrg. 1879. S. 237—243.)

6. Hymenoptera.

Briant, Travers J., On the Anatomy and Funktions of the Tongue of the Honey-Bee (Worker). (Journ. Linn. Soc. London. Vol. 17. 1884. S. 408—416. 2 Taf.)

Breithaupt, P. F., Ueber die Anatomie und die Funktionen der Bienenzunge. (Archiv d. Naturgesch. 52. Jahrg. 1886. S. 47 bis 112. Mit 2 Taf.)

7. Jugendzustände.

Brauer, F., Die Zweiflügler des kaiserlichen Museums zu Wien. III. Systematische Studien auf Grundlage der Dipterenlarven nebst einer Zusammenstellung von Beispielen aus der Litteratur über dieselben und Beschreibung neuer Formen. (Denkschr. math.-naturwiss. Cl. k. Akad. Wiss. Wien, 1883. 47. Bd. 100 S. 5 Taf.)

Dewitz, H., Ueber die Führung an den Körperanhängen der Insekten, speziell betrachtet an der Legescheide der Acridier, dem Stachel der Meliponen und den Mundteilen der Larve von *Myrmeleon*, nebst Beschreibung dieser Organe. (Berliner entom. Zeitschr. Bd. 26. 1882. S. 51—68.)

—, —, Die Mundteile der Larve von *Myrmeleon*. (Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin. 1881. S. 163—166.)

Redtenbacher, Josef, Uebersicht der Myrmeleonidenlarven. (Denkschrift. math.-naturwiss. Cl. k. Akad. Wiss. Wien, 1884. 48. Bd. S. 335—368, 7 Taf.)

Schiödte, J. G., De metamorphosi Eleutheratorum. Bidrag til Insekternes Udviklingshistorie. (Kröyer's Naturhist. Tidsskrift. Kjöbenhavn. 12 Teile mit 88 Taf. 1862—1883.

---

h. Der Mittelkörper oder der Brustabschnitt (Thorax).

Die auf den Kopf folgenden drei Körperringe, welche, wie wir schon auf S. 128 uns vorstellten, zusammen gewöhnlich als Brustabschnitt des Körpers bezeichnet werden, sind für die Insekten und für unsere Betrachtung deswegen wichtig, weil sie die Werkzeuge der Ortsbewegung, nämlich die Beine und die Flügel tragen. Die drei Ringe des Brustabschnittes (Vorder-, Mittel- und Hinterbrust) werden Brustringe oder Thorakalsegmente genannt.

Es ist nicht zu leugnen, dass eigentlich erst die Anhänge (Beine und Flügel) des Brustabschnittes der Insekten diesen Körperteil zu einem besonderen Abschnitte des Rumpfes machen; denn an einer fusslosen Insektenmade reden wir nicht mehr von Brustringen. Diese haben im Grunde, a priori, nichts vor den übrigen Körperringen voraus, wie ein Blick auf den Embryo und auf die einfachsten Larvenformen lehrt. Aber sowohl die Anwesenheit jener Anhänge an sich, als auch die morphologische Rückwirkung auf den Bau der Ringe haben eine derartige Abänderung derselben im Gefolge, dass sie sich von den Ringen des Hinterleibes gewöhnlich sehr unterscheiden.

Die drei Ringe oder Segmente des Thorax sind unter sich je nach der Gruppe oder dem Geschlecht verschieden entwickelt. Das

erste Segment oder der Prothorax (Vorderbrust) gleicht oft mehr oder weniger dem zweiten oder dritten Segment, ist aber in manchen Abteilungen um vieles kleiner und oft sehr verkürzt. Die Ursache dieser Verschiedenheit ist in dem Grade der Ausbildung des zweiten Brustsegments (Mesothorax, Mittelbrust) zu suchen. An diesem Ringe sitzen nämlich die Vorderflügel, welche bei den gut fliegenden Insekten (Lepidopteren, Hymenopteren, Dipteren, Odonaten und Psociden) vorzüglich und besser ausgebildet sind als die Hinterflügel. Mit der guten Ausbildung der Vorderflügel steht aber die ebenso kräftig entwickelte Muskulatur der Mittelbrust in Beziehung, welche die Flugkraft begründet. Der geräumige, gewölbte Körper des Mesothorax, wie ihn die Lepidopteren, Hymenopteren, Dipteren, Odonaten und Psociden besitzen, ist imstande, diese Muskulatur in sich zu fassen. Die Vorderbrust steht in keiner Beziehung zu dem Flugorgan und enthält nur eine geringe Muskulatur für die Bewegung der zum Teil schwächlich gebauten oder verkümmerten Vorderbeine der genannten Insekten. Das Zurücktreten des Prothorax und die Volumvergrösserung des Mesothorax dieser guten Flieger, welche sich mehr der Flügel als der Beine bedienen, um sich von einem Orte zu einem anderen zu bewegen, wird hiernach verständlich. Da auch die Hinterflügel oft gut entwickelt sind, z. B. bei den Odonaten, so schliesst sich auch das dritte Brustsegment (Metathorax, Hinterbrust), welches dieses Flügelpaar trägt, in solchem Falle in dem Grade seiner Entwicklung dem Mesothorax an.

Die schwerfälligen Flieger und diejenigen Insekten, denen die Flügel hauptsächlich als Fallschirm dienen, also die Heuschrecken und Laubschrecken (Orthoptera), die Käfer (Coleoptera), Wanzen (Hemiptera) und die Neuroptera zeichnen sich alle durch einen grossen Prothorax aus. Das gewöhnlich nur mittelmässige Flugvermögen dieser Insekten findet durch die schwache oder nur mässig kräftige Ausbildung des Mesothorax seine Erklärung, dessen Muskulatur nicht so umfangreich ist, wie bei den vorhin genannten Fliegern.

Diese Darlegung müsste gut illustriert werden durch solche Arten aus den Abteilungen der guten Flieger, deren beide Geschlechter hinsichtlich der Flugeinrichtung verschieden organisiert sind, in der Weise, dass das eine Geschlecht geflügelt, das andere ungeflügelt ist. Solche Fälle giebt es mehrere. Bei einigen Arten der Holzläuse (Psocidae) entbehrt das Weibchen der Flügel, obgleich das Männchen mit gut entwickelten Flügeln versehen ist. In der That ist der Prothorax bei diesem Geschlecht sehr klein und tritt vor dem hochgewölbten und grossen Mesothorax ganz zurück. Aber bei dem Weibchen sind die drei Brustsegmente voneinander wenig verschieden, der Prothorax ist grösser, der Mesothorax kleiner als beim Männchen und nicht gewölbt. Diese Weibchen gleichen in Bezug auf die Bildung des Thorax den stets ungeflügelten Psociden (*Troctes*, *Atropos* u. a.).

Bei der Betrachtung der drei Brustringe hinsichtlich ihrer

Grösse fällt also zuerst die verschiedene Entwicklung des Prothorax auf, welcher bei vielen Insekten verhältnismässig gross und hierin den folgenden Brustringen ähnlich ist, bei anderen aber sehr klein und halskragenförmig erscheint oder mit der grossen Mittelbrust eng verbunden ist. Auch die Mittel- und Hinterbrust weichen hinsichtlich der Grösse in den verschiedenen Insektenordnungen voneinander ab. Folgende Uebersicht veranschaulicht alle diese Verhältnisse:

I. Vorderbrust gross.

1. Alle drei Brustringe in der Grösse einander sehr ähnlich: Termitiden, Dermapteren, Orthoptera (ausser Phasmiden), einige Psociden (Atropinen usw.), Panorpaten, Neuropteren und einige Hymenopteren.
2. Mittelbrust gross, Hinterbrust klein: Rhynchoten, eine Anzahl Hymenopteren (namentlich Pompiliden) und manche Coleopteren (flügellose Tenebrioniden).
3. Mittelbrust klein, Hinterbrust gross: Die Mehrzahl der Coleopteren, Strepsipteren, Mallophagen, Physopoden und einige Hymenopteren (die männlichen Blastophagiden).

II. Vorderbrust klein.

1. Mittelbrust gross, Hinterbrust klein: Ephemeriden (Vorderbrust selbständig, zuweilen länglich), die meisten Psociden, der grösste Teil der Hymenopteren und die Lepidopteren (einige ausgenommen).
2. Mittel- und Hinterbrust gross: Odonaten, Phasmiden, Trichopteren und einige Lepidopteren (Tineiden).

Vergl. Brauer, Systematisch-zoolog. Studien, S. 304—305.

Bei den mit einer grossen Vorderbrust versehenen Insekten erscheint diese samt dem Kopfe als Vorderkörper, die Mittel- und Hinterbrust samt dem sich fest anschliessenden Hinterleibe als Hinterkörper.

Bei gewissen kleinen Insekten, nämlich bei den meisten Angehörigen der lausartigen Mallophagen und *Troctes*, einer Gattung der Holzläuse, sind der zweite und dritte Brustring miteinander verschmolzen. In einigen Gattungen der Springschwänze (Poduridae) ist es der erste Brustring, welcher mit dem zweiten zu einem grösseren Brustabschnitt verwachsen oder auf Kosten desselben verkümmert ist, so dass auch hier nur die zwei Ringe sichtbar sind (*Tomocerus, Lepidocyrtus, Cyphoderus)*.

Die in obiger Uebersicht dargelegten Grössenverhältnisse der drei Brustringe lassen nicht vermuten, dass es Insekten giebt, bei welchen die Entwicklung des Vorderbrustringes alle Grenzen eines proportionalen Wachstums weit überschreitet, indem der Umfang des sack-, blasen-, schaft- oder spiessförmig ausgewachsenen Rückenteils

den Umfang des übrigen Körpers in manchen Fällen um das Mehrfache übersteigt. Diese abenteuerlich gestalteten Insekten gehören zu den Buckelzirpen oder Membraciden, einer Abteilung der Rhynchoten. Bei *Oeda inflata F.* Brasiliens würde der normale Teil des Körpers etwa zwölfmal in der blasenförmigen Erweiterung des Vorderrückens Platz finden. Bei einer verwandten Gattung ist der verlängerte Teil des Vorderrückens seitlich zusammengedrückt und doppelt so lang als der Körper vom Kopf bis zur Spitze des Hinterleibes. Auch bei *Combophora* (tropisches Amerika) ist die sackförmige Erweiterung des Vorderrückens viel umfangreicher als der ganze übrige Körper. Der Prothorax von *Darnis* und *Hemiptycha* (tropisches Amerika) erscheint als ein keilförmiger und hinten scharf zugespitzter Schild, unter welchem der ganze Körper verborgen ist. Am merkwürdigsten ist der Prothorax der Arten der gleichfalls tropisch-amerikanischen Gattung *Heteronotus* gestaltet: zwei Hörner zieren den Vorderteil, während der Hinterteil den Leib nach hinten zu weit überragt und durch eine taillenförmige Einschnürung mit darauf folgender bauchförmiger Erweiterung, sowie bei manchen Arten durch abstehende Dornen ausgezeichnet ist. Ganz sonderbare Bildungen zeigt der Prothorax noch bei den verwandten Gattungen *Cyphonia, Sphongophorus, Bocydium* u. a. Aehnlich ist der Prothorax gewisser Heuschrecken *(Tettix)* entwickelt, von denen einige Arten bei uns häufig sind.

Die Entwicklung eines Körperteils geht, soweit die Materie es zulässt, in das Masslose, wenn einmal der Anstoss dazu gegeben ist, während er fast bis zum Verschwinden sich verkleinert, wenn aus anderen Gründen hiezu die Tendenz vorliegt. Wie die erstere Richtung durch die enorme Vergrösserung des vorderen Brustringes der eben genannten Insekten beleuchtet wird, so die letztere Richtung durch die Verkümmerung desselben Körperteils bei vielen Hymenopteren.

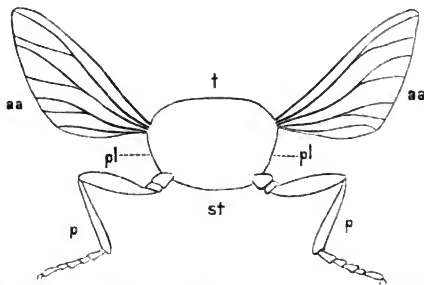


Fig. 149. Schematischer Durchschnitt durch den mittleren Brustring eines Insekts. t, Rückenschild (Notum); pl, Seiten (Pleuren); st, Brustschild (Sternum); aa, das Flügelpaar; p, das Beinpaar.

Die Teile der Brustringe.

Wir unterscheiden an jedem Brustringe (Fig. 149)

1. den Rückenschild (notum, tergum) t;
2. die beiden Seiten (pleurae) pl;
3. den Brustschild (sternum) st.

Das Sternum wird von den Pleuren an jedem Brustringe durch die Beine, das Notum von den Pleuren am Prothorax meist durch einen erhabenen Rand oder eine Linie, am Meso- und Metathorax durch die Flügel getrennt.

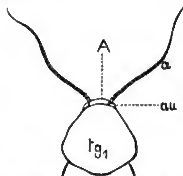


Fig. 150. Vorderkörper einer Schabe, *Blatta*. Orig. A, Kopf; a, Fühler; au, Augen; tg_1, Rückenschild des ersten Brustringes.

In Bezug auf jeden der drei Brustringe werden für die genannten Teile desselben folgende Bezeichnungen angewendet:

Prothorax: Pronotum, Propleuren und Prosternum;

Mesothorax: Mesonotum, Mesopleuren und Mesosternum;

Metathorax: Metanotum, Metapleuren und Metasternum.

Das Pronotum (Fig. 150 tg_1) besteht aus einem einzigen Stücke; das Meso- und das Metanotum sind aus einzelnen Feldern oder Teilen zusammengesetzt. Am Mesonotum (Fig. 151 B_2) unterscheiden wir den vorderen Rückenteil (Mesoscutum, sc_1) von dem hinteren Schildchen (Mesoscutellum oder einfach Scutellum, scl_1), welches bei den meisten Käfern zwischen dem Grunde der beiden Flügeldecken hervortritt, während das Mesoscutum gewöhnlich erst sichtbar wird, wenn der vordere Brustring niedergebogen wird. Zuweilen wird ein vorderer Teil des Mesonotum noch als Präscutum unterschieden. (Fig. 155 ps, S. 243).

Zusammengesetzter erscheint der Rücken des dritten Brustringes, das Metanotum (Fig. 151 B_3). An diesem fällt zuerst ein vorderes, nach vorn niedergebogenes Stück, das Präscutum, auf. Es ist in der Figur nicht sichtbar, weil es von dem zweiten Brustringe bedeckt ist. Der breite Rückenteil, das Metascutum sc_2, besteht aus zwei Hälften, weil er der Länge nach von einem schmalen mittleren Teile durchzogen ist, welcher Metascutellum (scl_2) genannt wird. Den hinteren Rand des Metanotum bildet ein kurzer, aber die ganze Breite desselben einnehmender, oft fast selbständig erscheinender Abschnitt, das Metaphragma (ph).

Die Seiten oder Pleuren (Fig. 152), welche von dem Rückenschilde und dem Brustschild gut getrennt sind, zerfallen in ein vorderes Seitenstück, das Episternum (eps), und ein hinteres Seitenstück, das Epimeron (epm). Man vergl. auch Fig. 151. Es werden je nach dem Brustringe unterschieden

1. die Episternen des Prothorax (eps_1), des Mesothorax (eps_2) und des Metathorax (eps_3);
2. die Epimeren des Prothorax (epm_1), des Mesothorax (epm_2) und des Metathorax (epm_3).

An den Pleuren des Metathorax findet sich noch zwischen dem Episternum und Epimeron einerseits und der Flügelwurzel anderseits ein Nebenseitenstück, die Parapleure (ppl).

Die Pleuren sind je nach der Ordnung oder Familie verschieden ausgebildet. Oft verschmelzen am Prothorax die Episternen mit dem Sternum. (Fig. 152 st_1).

Der Brustschild, welcher je nach dem Brustringe Prosternum (st_1), Mesosternum (st_2) und Metasternum (st_3) genannt wird, erscheint als mittlere einfache Platte an der Unterseite vor dem zugehörigen Beinpaare (Fig. 152).

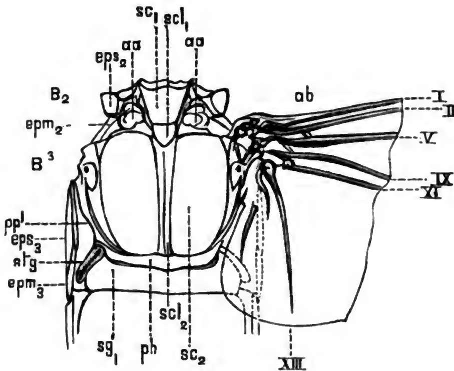


Fig. 151. Zweiter und dritter Brustring des grossen Eichenbocks, *Cerambyx cerdo* L., von oben gesehen. Orig.

B_2, Zweiter Brustring (Mesothorax). — eps_2, vorderes Seitenstück desselben (Episternum); epm_2, hinteres Seitenstück desselben (Epimeron); sc_1, Rückenschild desselben (Mesoscutum); scl_1, Schildchen (Mesoscutellum, Scutellum); aa, Ansatzstelle der Flügeldecken.

B_3, Dritter Brustring (Metathorax). — eps_3, vorderes Seitenstück desselben (Episternum; epm_3, hinteres Seitenstück desselben; ppl, Nebenseitenstück desselben); sc_2, Rückenschild desselben (Metascutum); scl_2, hinteres Schildchen (Metascutellum); ph, Hinterrandstück des Metathorax (Metaphragma); ab, verkürzter rechter Hinterflügel mit den Adern I, III, V, IX, XI u. XIII; der linke Hinterflügel ist vollständig fortgelassen; sg_1, erster Hinterleibsring mit einem der beiden Atmungslöcher stg.

Fortsätze, Hörner, Höcker usw. auf dem Vorderrücken mancher Insekten.

Wie auf dem Kopfe (S. 141), so sind manche Insekten auch auf dem Rücken des ersten Brustringes mit mancherlei Fortsätzen, Hörnern, Höckern usw. geschmückt und bewehrt. Auch in diesem Falle sind es z. T. dieselben Familien und dasselbe Geschlecht, nämlich die Copriden und Geotrypiden (Mistkäfer), die Dynastiden

(Nashornkäfer) und Vertreter einiger anderer Käferfamilien, und fast immer das männliche Geschlecht, welchem diese Auszeichnung zukommt. Unter den **Membraciden** (Buckelzirpen) sind beide Geschlechter gegebenen Falles mit solchen Vorragungen auf dem Vorderrücken ausgestattet (Fig. 153).

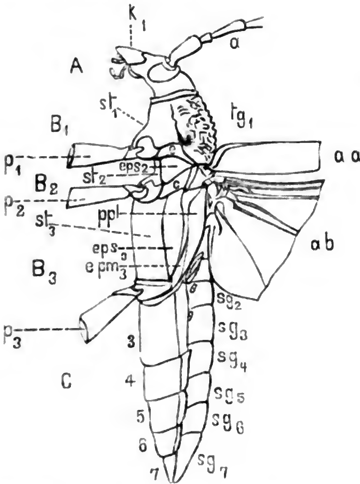


Fig. 152. Körper des grossen Eichenbocks, *Cerambyx cerdo* L. Die Flügeldecken und Flügel sind aufgebogen und, gleich den Beinen und Fühlern, des Raumersparnisses wegen verkürzt zur Darstellung gebracht. Orig.

A, Kopf; a, Fühler; k_1, Oberkiefer.

B_1, Erster Brustring (Prothorax). — tg_1, Rücken desselben (Pronotum), auch Halsschild genannt; st_1, vorderer Brustschild (Prosternum), mit welchem das vordere Seitenstück (Episternum) verschmolzen ist; e, hinteres Seitenstück desselben (Epimeron); p_1, eins der beiden Vorderbeine, verkürzt.

B_2, Zweiter Brustring (Mesothorax). — st_2, mittlerer Brustschild (Mesosternum); eps_2, vorderes Seitenstück desselben (Episternum); c, hinteres Seitenstück desselben (Epimeron); p_2, eins der beiden Mittelbeine, verkürzt; aa, eine der beiden Flügeldecken, verkürzt.

B_3, Dritter Brustring (Metathorax). — st_3, hinterer Brustschild (Metasternum); eps_3, vorderes Seitenstück desselben (Episternum); epm_3, hinteres Seitenstück desselben (Epimeron); ppl, Nebenseitenstück desselben; p_3, eins der beiden Hinterbeine; ab, Hinterflügel.

C, Hinterleib mit den 7 ersten Ringen (sg_1—sg_7); die letzteren sind eingezogen und verkürzt.

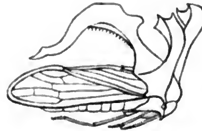


Fig. 153. Eine Buckelzirpe, *Centrotus phantasma* Sign., aus Westafrika. Nach Signoret. Der Rückenschild des ersten Brustringes ist durch die merkwürdigen Auswüchse, nämlich ein Paar Hörner und einen langen rückwärts gerichteten Fortsatz ausgezeichnet.

Natürlich gehören nur mit einem grossen Prothorax beglückte Insekten zu jenen Auserwählten, denen die Natur oft in so verschwenderischem Masse geneigt war, und worüber schon S. 237 Mitteilung gemacht ist.

Die Hüftgruben.

Die Chitinhülle des Insektenkörpers ist in denjenigen Teilen, wo eine Gliederung mit einem Anhange oder einem Rumpfteile stattfindet, der Einstülpung behufs teilweiser Aufnahme des Gliedes fähig. Eine solche Einstülpung kommt in grösserem Umfange bei kräftig chitinisierten Insekten, namentlich Käfern, vor, als bei zarter gebauten Insekten. Namentlich wird das Grundglied der Beine, die

Hüfte (coxa), bei den meisten Käfern von einer derartig eingestülpten Grube aufgenommen. Eine Hüftgrube entsteht stets am Hinterrande eines Brustringes. An der Vorderbrust nehmen an der Bildung einer Grube das Brustschild, das Episternum und das Epimeron teil. Letzteres kann durch Verlängerung sich mit dem Fortsatze des Brustschildes verbinden, so dass die Hüftgrube geschlossen wird.

Dorsale Anhänge am Prothorax der Lepidopteren.

Einem Paar sehr kleiner Flügel ähnlich sind eigentümliche schuppenförmige, kräftig chitinisierte Anhänge auf dem Rücken des ersten Brustringes vieler Lepidopteren. Sie sind mit dem schmalen Grundteile jederseits am Rücken dieses Brustringes zwischen dem Rückenschilde und den Seitenstücken desselben eingefügt und mit der Anheftungsstelle beweglich verbunden. Ihre Oberfläche ist sehr dicht mit Haaren oder Schuppen bekleidet. Sie sind indes hauptsächlich bei den Noctuiden oder Eulenschmetterlingen gut entwickelt (Fig. 154 pt) und auch noch bei den Geometriden oder Spannern sehr deutlich. A. Speyer fand das Pronotum in anderen Gruppen der Schmetterlinge, z. B. bei Saturniden und Rhopaloceren, breit und wulstförmig, der gewöhnlichen Form anderer Insekten ähnlich. Bei *Aglia tau* sind die Anhänge nur durch niedrige Leisten, welche voneinander durch eine Einkerbung getrennt werden, angedeutet.

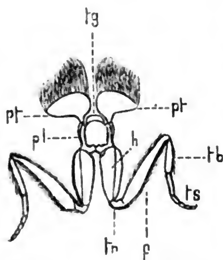


Fig. 154. Erster Brustring (Prothorax) eines Eulenschmetterlings, *Agrotis pronuba* L. Orig. tg, Rückenschild (Pronotum); pl, Seitenstück (Pleura); pt, die beiden Halsläppchen (Patagia); h, Hüfte; tr, Schenkelring; f, Schenkel; tb, Schiene; ts, Fuss.

Die oben geschilderten Anhänge werden Patagia genannt.

Der Rückenteil des Prothorax vieler Trichopteren oder Wassermotten besteht aus zwei, in der Mittellinie durch eine Längsfurche getrennten, queren, mit Borsten besetzten Wülsten, welche an die eben beschriebene Bildung bei denjenigen Lepidopteren erinnern, denen eigentliche Anhänge auf dem Prothorax fehlen.

Die Schulterdecken am Mesothorax der Lepidopteren, Neuropteren, Trichopteren, Hymenopteren und Fulgoriden.

Die Schulterdecken sind kleine, den am ersten Brustringe sitzenden ähnliche Anhänge, welche vorn an den Seiten des zweiten Brustringes den Grundteil der Vorderflügel bedecken. Sie sind oberseits konvex, unterseits konkav, bei den Trichopteren mit einzelnen

aufgerichteten Borsten, bei den Lepidopteren dicht mit niederliegenden Schuppen und Schuppenhaaren bekleidet (Fig. 155 tgl) und werden Tegulae genannt. Ihre Anheftungsstelle befindet sich zwischen dem Episternum und dem Mesonotum vor der Wurzel der Vorderflügel. Als ein kleines Schüppchen erscheinen die Schulterdecken bei den Trichopteren, Neuropteren und Hymenopteren, beträchtlich grösser und einem rudimentierten Flügel ähnlich sind sie bei den schmetterlingsähnlichen Fulgoriden der Gattungen *Ricania* und *Eurybrachys* (indische Region), *Colobesthes* (indoaustralische Region), *Poeciloptera* (Brasilien) u. a.; und auch bei den Lepidopteren erreichen sie eine ziemliche Grösse.

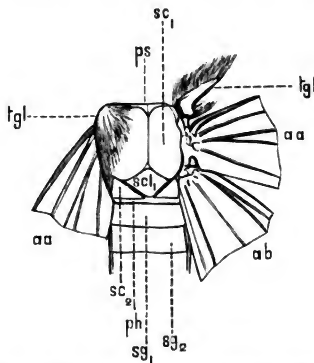


Fig. 155. Zweiter und dritter Brustring (Meso- und Metathorax) nebst dem Grundteil des Hinterleibes eines Eulenschmetterlings, *Agrotis pronuba* L. Orig.

1. Zweiter Brustring. — ps, vorderes Schildchen (Praescutum); sc_1, Rückenschild (Mesoscutum); scl_1, Schildchen (Scutellum); tgl, Schulterdecken, von denen die linke in natürlicher Lage belassen, die rechte aufgebogen ist; aa, Grundteil der Vorderflügel.
2. Dritter Brustring. — sc_2, Rückenschild desselben (Metascutum); ph, Hinterrandstück desselben (Metaphragma); ab, Grundteil des rechten Hinterflügels.
3. sg_1 und sg_2, die beiden ersten Hinterleibsringe.

Die Haare und Schuppen sind, ausser den Schulterdecken, entfernt.

Litteratur
über die Brustringe.

Westwood, J. O., On the Thorax of Insects. (Zool. Journal. 1830. Bd. 5. S. 326—328.)

—, —, On the Comparative Structure of the Scutellum and other Terminal Dorsal Parts of the Thorax of Winged Insects. (Entom. Magaz. 1838, Bd. 5. S. 459—469).

Schioedte, J. G., Om nogle hidtil oversete Bygningsvorhold i Insekternes Thorax, der vire sig at vaere af giennem gribende Betydning for et naturligt Familie System. (Oversigt K. Dansk. Selsk. Forhandl. 1855, S. 360—375; 1856, S. 135.)

Cuvier, G. L. Ch. D., Rapport sur les recherches anatomiques sur le thorax des animaux articulés et celui des insectes en particulier par M. V. Audouin. Paris 1823. 4. Mit 1 Taf. — Ref. Isis. 1822. I. S. 80—87. — Meckel, Archiv. 7. Bd. S. 435—444.

Audouin, J. V., Recherches anatomiques sur le thorax des Animaux articulés et celui des Insectes hexapodes en particulier. Mit Fig. (Annales d. Scienc. Natur. I. 1824. S. 97—135, 416—432.)

Mac Leay, W. S., Explanation of the comparative anatomy of the thorax in winged Insects, with a review of the present state of the nomenclature of its parts. Mit 2 Taf. (Zool. Journal. 1830. T. 5. S. 145—179. — Französ. Uebersetz. mit Anmerk. von Audouin in: Ann. Scienc. Nat. 1832. T. 25. S. 95—151. Isis, 1832. I. S. 98.)

Hammond, A., On the thorax of the Blowfly (*Musca vomitoria*). (Journal of the Linnean Soc., Zoology. 1879. Vol. 15.)

Bos, Hemmo, Bijdrage tot de kennis van den lichaamsbouw der roode Boschmier (*Formica rufa*). Groningen, 1885. 114 S. 2 Taf.

Brauer, F., Systematisch-zoologische Studien. (Sitzber. k. Akad. d. Wissensch. 91. Bd. I. Abt. 1885. S. 237—413.)

Cholodkovsky, N., Zur Morphologie der Insektenflügel. (Zool. Anzeiger. 1886, S. 615—618; 1887, S. 102.)

Haase, E., Die Prothorakalanhänge der Schmetterlinge. (Zool. Anzeiger. 1886. S. 711—713.)

---

i. Die Flügel.

Die Flügel (Fig. 54 aa u. ab, S. 126), Bewegungswerkzeuge auf dem Rücken der Insekten, welche deswegen so genannt werden, weil sie eine längere oder kürzere Zeit dauernde Fortbewegung durch die Luft ermöglichen, sind aus dem Grunde ganz bemerkenswerte Organe, weil sie unter den wirbellosen Tieren nur bei den Insekten, und zwar als ein Hauptkennzeichen derselben auftreten (S. 13—15).

Gewöhnlich sind die Flügel in zwei Paaren vorhanden und gehören ohne Ausnahme in je einem Paare dem Rückenteile der Mittelbrust (aa) und der Hinterbrust (ab) an. Die Ansatzstelle der Flügel ist der häutige Raum zwischen den Seitenstücken (Pleuren) und dem Rückenteil (Tergum). Vergl. Fig. 149 S. 238 und Fig. 152 S. 241. Zuweilen fehlt das hintere Paar oder ist umgeändert, zuweilen verliert auch das vordere Paar den Charakter eigentlicher Flügel.

Ursprünglich, nämlich während der Ausbildungsperiode an der Puppe, erscheinen die Flügel als abgeplattete, sackförmige Anhänge, angefüllt mit Zellen, verzweigten Luftröhren und Blut. Der fertige Flügel ist dünnhäutig und von Adern durchzogen; er bekundet seinen ursprünglichen Zustand dadurch, dass sich die obere Hautfläche von der unteren Hautfläche trennen lässt. Sind die beiden Hautflächen (Membranen) des Flügels voneinander getrennt und ausgebreitet, so sehen wir, dass die Adern auf beiden Membranen ausgebildet sind, dass also jeder Flügel zwei sich deckende Adernetze besitzt. Die Spaltung des Flügels ist nur bei kurz zuvor aus der Puppe gekrochenen Tieren möglich. Auch gelingt diese Manipulation nur unter Wasser, worin der Flügel vermittelst eines Tubulus aufgeblasen wird. Vergl. Hagen, Wiener Ent. Zeit. 1886, S. 311; Zoolog. Anz. 1889, S. 377, mit 1 Taf. — Es

kommt vor, dass sich die Adern der beiden Membranen nicht völlig decken (Hagen, Stettin. Ent. Zeit. 1855, S. 264).

Die Brauchbarkeit der Flügel als Flugorgane wird nur durch die Anwesenheit der erwähnten Adern (Rippen) ermöglicht, welche so angeordnet sind, dass die verhältnismässig schwache Hautfläche in Spannung gehalten wird, und der Flügel kräftige Bewegungen ausführen kann, ohne seine Leichtigkeit zu verlieren. Aber es giebt sehr kleine Insekten, bei denen die Stütze der Flügelhaut vermittelst Rippen fast überflüssig wird, so dass letztere bis auf einen verkümmerten Teil oder vollständig fehlen, z. B. bei den Arten von *Mymar*, *Platygaster* u. a., welche zu den kleinsten Hymenopteren gehören.

Es ist gewiss bemerkenswert, dass gewisse Insekten sich der Flügel auch zum Schwimmen bedienen. So schwimmt z. B. von Trichopteren die Subimago gewisser Mystaciden oft tagelang im Wasser umher (Hagen, Stettin. Entom. Zeit. 1864. S. 137). Und jene minutiösen Hymenopteren, welche zur Familie der Mymariden gehören, schwimmen zuweilen, wie Lubbock (Transact. Linn. Soc. 1863) beobachtet hat, mit Hilfe der Flügel unter Wasser, ohne sich dabei der Beine zu bedienen.

Ob im Anfange des Seins die Flügel wirklich schon zum Fliegen gebraucht wurden oder werden konnten, ist ganz zweifelhaft. Es giebt wasserbewohnende Insektenlarven von niedriger systematischer Stellung, welchen kleine flügelartige Blättchen (Tracheenkiemen) an den Seiten einiger Segmente als Atmungsorgane dienen. Es wird von mehreren Naturforschern angenommen, dass die Flugorgane aus solchen blattförmigen Kiemen entstanden seien.

Die Beschränkung der Flügelpaare auf den zweiten und dritten Brustring beruht auf Gründen der Zweckmässigkeit: erstens ist überhaupt schon ein Streben nach Ausbildung eines einfachen Flügelpaares bemerkbar, indem die beiden Paare zusammen oft nur wie ein einziges Paar wirken; und zweitens liegt der Schwerpunkt mehr im Mittelkörper, wonach sich naturgemäss die Lage der Flugorgane richtet. Dennoch spricht manches dafür, dass die meist herabgezogenen Seitenlappen am Prothorax zahlreicher Orthopteren und Zikaden einer ursprünglichen Flügelanlage entsprechen. Wir aber haben es bei unseren Betrachtungen nur mit den wirklichen Flügeln zu thun.

Diese Flügel, die in der schönsten Ausbildung bei den Schmetterlingen sich hervorthun, was Farbenpracht, Glanz und Grösse anbetrifft, während sie in den niederen systematischen Abteilungen meist ganz unansehnlich sind, scheinen den höchsten Insektenformen zugleich als Schmuck zu dienen. Aber es giebt eine Anzahl in warmen Ländern lebender zikadenähnlicher, mit den Leuchtzirpen zunächst verwandter Schnabelkerfe (*Flata*, *Poeciloptera* u. a.), welche das Aussehen bunter Schmetterlinge haben. Und manche Orthopteren stehen in Schönheit der Färbung der Flügel, gewöhnlich der Hinterflügel, hinter jenen kaum zurück.

Was die Form der Flügel anbelangt, so ist darüber bei der grossen Mannigfaltigkeit eigentlich wenig zu sagen. Die Form im allgemeinen fällt meist unter die Gruppencharaktere, im Speziellen aber zeigt sie manchen Unterschied zwischen den einzelnen Arten. Es ist immer ein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Form, der Flugbewegung und der Art des Fluges zu finden. (S. 253—255.)

Auch einige, für ganze Insektengruppen charakteristische Absonderlichkeiten an den Flügeln kommen vor. So sind am Dipterenflügel, und zwar im Grundteil des Hinterrandes sehr häufig durch Einschnitte zwei lappenförmige Teile abgegrenzt, von denen namentlich der innere bemerkenswert ist. Denn dieser ist von der Flügelfläche abgerückt, indem er an die Brustseiten näher herantritt und als ein selbständiges Organ erscheint; er bildet eine glockenförmige Schuppe und bedeckt wie zum Schutze die statt der Hinterflügel auftretenden sogenannten Schwingkölbchen. Diese Schuppe (squama) ist bei allen Muscinen, Tachinen, Sarcophaginen, Anthomyinen und anderen Fliegen vorhanden, fehlt aber den Tipuliden, Empiden, Bombyliiden, Ortalinen, Trypetinen, Sepsinen usw. Der äussere lappenförmige Abschnitt (alula) liegt in gleicher Ebene mit der Flügelfläche.

Auch bei manchen Tettigoniiden (Homopteren) tragen die Hinterflügel am Grunde des Hinterrandes einen merkwürdigen lappenförmigen Anhang.

Am Grunde der Flügeldecken vieler Käfer befindet sich ein bei geschlossenen Decken nicht sichtbares zartes häutiges Läppchen, dessen gefranster Rand bei *Dytiscus* von einer ein Rohr bildenden Verdickung begrenzt ist. In dem Rohr befindet sich eine Flüssigkeit. Das Läppchen (alula) ist mit dem inneren Grundteile der Flügeldecke und dem Gelenk derselben verbunden und ein Bestandteil dieser.

Das Flügelgeäder.

Ein Blick auf den Rippenverlauf in den Flügeln der Insekten verschiedener Ordnungen, z. B. der Libellen, Schmetterlinge, Käfer, Immen, Fliegen usw., überzeugt uns bald von der ausserordentlichen Verschiedenheit in der Anordnung, in dem Zusammenhange, in der Zahl und dem Verlaufe der Rippen (Adern). Und es ist nicht leicht, einen einheitlichen Grundplan darin zu finden. Daher rühren auch die ebenfalls sehr verschiedenen Bezeichnungen der Flügeladern der Insekten verschiedener Ordnungen. Aber seit Adolph's Untersuchungen über die Entwicklung des Flügelgeäders sind wir dem einheitlichen Verständnisse des letzteren um einen bedeutenden Schritt näher gerückt. Die Einheit aber in der Mannigfaltigkeit der verschiedenen Typen zu erforschen, war das erfolgreiche Bemühen, welches mit den Namen Brauer und Josef Redtenbacher verknüpft ist.

Es ist ein System von Adern, welche (Fig. 156, 157) in einer

bestimmten Anordnung den Flügel durchziehen; die kräftigeren Adern sind gewöhnlich mehr gegen den Vorderrand hingerückt, weil dieser behufs Durchschneidung der Luft am kräftigsten gebaut sein muss. Dann kommt der Umstand in Betracht, dass die Flügelfläche eine zweckdienliche Ausspannung erfordert, infolgedessen die Anordnung der Adern eine mehr oder weniger strahlenförmige sein muss.

Die Erkenntnis des Adersystems beruht auf der Unterscheidung zwischen konvexen und konkaven Adern. (Adolph.)

Konkavadern sind von Konvexadern von Grund aus verschieden, können daher niemals deren Aeste sein und umgekehrt. Konkavadern sind auch immer viel zarter als Konvexadern, welche meist als kräftige, stark chitinisierte Rippen auftreten. In der beistehenden Abbildung eines Flügels (Fig. 156) sind die stärkeren Konvexadern mit cx, die schwächeren Konkavadern mit cv bezeichnet. In dem noch unentwickelten Flügel der Nymphen stimmt der Verlauf der Luftröhren (Tracheen) mit dem späteren Geäder überein; aber die Tracheen, welche sich mit den späteren Konkavadern verbinden, entstehen getrennt von den zu den Konvexadern gehörenden Tracheen.

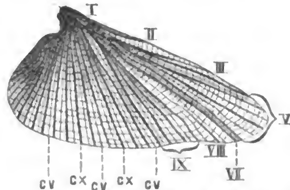


Fig. 156. Ein Hinterflügel der Maulwurfsgrille, *Gryllotalpa vulgaris*. Orig. I, Vorderrandader, Costa; II, Unterrandader, vena subcostalis; III, Armader, vena brachialis; V, verzweigte Mittelader, vena mediana; VII, vordere Spannader, cubitas anterior; VIII, Interaubitalader; IX, verzweigte hintere Spannader, cubitus posterior. — Die übrigen sind die Analadern; cx sind die konvexen, cv die konkaven Adern.

Im fertigen Flügel, also beim entwickelten Insekt, haben (auf der Oberseite betrachtet) die Konkavadern eine tiefe Lage („Thaladern“), die Konvexadern aber eine erhöhte Lage („Bergadern“). Da nun die Konkav- und Konvexadern miteinander abwechseln, was am vollkommensten bei Ephemeriden und in den Hinterflügeln der Orthopteren (Fig. 156) der Fall ist, so bildet ein dieses Geäder enthaltender Flügel im Querschnitt die Form eines Zickzacks. Die abwechselnde Lage der beiden Gattungen von Adern wird durch die ursprüngliche schmalläufige Längsfaltung des Flügels erklärt. Die Konvexadern bilden das kräftige, die Flügelhaut in Spannung haltende Adersystem.

Bei höher entwickelten Insekten liegen die Konkav- und Konvexadern zuweilen in einer Ebene und sind nicht immer zu unterscheiden. Es kommt auch vor, dass Konkavadern konvex, und Konvexadern konkav erscheinen.

Bei höher stehenden Insekten (Coleopteren, Hymenopteren, Lepidopteren) verlöschen die meisten konkaven Adern und werden zu einfachen aderlosen Linien herabgedrückt (Fig. 157 cvl). Aber die vorderste und oft auch eine hintere Konkavader bleiben meist erhalten.

Die längsläufigen Adern mit ihren Aesten werden bei den meisten Insekten durch Queradern verbunden (Fig. 156).

Die Queradern stehen senkrecht oder in einem Winkel zu den Längsadern und tragen zur Stütze des Geäders bei, dienen aber auch zur Erleichterung der Blutzirkulation (Redtenbacher). Häufig sind wiederum auch die Queradern durch sekundäre Queradern miteinander verbunden, die also längsgerichtet sind; und es kommt vor, dass diese Queradern sich in eine Reihe ordnen und dann wie Längsadern aussehen, welche aber an einem oder an beiden Enden blind sind. Sie werden „unechte Adern" genannt.

Auch in der Querrichtung des Flügels verbinden sich vielfach die Queradern zu einer fortlaufenden Ader. (Lepidopteren, Trichopteren).

Eine Anzahl von Queradern zu beiden Seiten einer Längsader ist im stande, diese hin- und herzubiegen, so dass sie zickzackförmig wird *(Chrysopa)*.

Zahlreiche Queradern, so dass ein thatsächliches Adernetz entsteht, enthalten die Flügel mancher Neuropteren, Orthopteren und Homopteren (Fulgoriden) und der Libellen. (Fig. 54 S. 126.)

Grössere Flügel haben häufig ein reicher verzweigtes Geäder als kleinere Flügel, z. B. bei Orthopteren und Neuropteren gegenüber den Hymenopteren. Unter den Neuropteren jedoch giebt es Ausnahmen; die Arten von *Chrysopa* z. B. haben grössere Flügel und ein spärlicher verzweigtes Geäder als die kleinen Arten von *Hemerobius*.

Je enger die Längsadern am Grunde miteinander verbunden sind, desto besser ist das Flugvermögen (Lepidopteren, Hymenopteren). Im entgegengesetzten Falle dienen die Flügel meist wie ein Fallschirm, wenigstens ist der Flug schwach und nicht andauernd (Orthopteren, Ephemeriden). Im ersteren Falle sind die kräftigen Längsadern am Grunde gruppenweise eng verbunden, während zwischenliegende Adern vor dem Grunde verloschen, mit den benachbarten aber durch Queradern verbunden sind. Da nun die zwischenliegenden, am Grunde verloschenen Adern mit der engen Vereinigung der kräftigen Längsadern überflüssig werden, so haben die durch ein vorzügliches Flugvermögen ausgezeichneten Insekten (Hymenopteren) das am meisten vereinfachte Geäder, während die auf tiefster Entwicklungsstufe stehenden und aus dem genannten Grunde schlecht fliegenden Insekten ein sehr reich entwickeltes Adernetz aufweisen.

Mit der Möglichkeit, verschwundene Adern festzustellen und die infolgedessen eingetretene Veränderung der vorhandenen Adern zu erkennen, würden wir das Flügelgeäder aller Insekten verstehen können. Bevor wir darauf eingehen, wollen wir erst das Adersystem und die Bezeichnung der Adern uns vorführen.

Da wir seit Adolfs Hinweis darauf aufmerksam geworden sind, dass, wie in dem noch einigermassen elementar angelegten Geäder (Fig. 156) zu sehen, ursprünglich die konvexen und die kon-

kaven Adern in der Aufeinanderfolge streng miteinander abwechselten, so lassen sich diese Adern beim Aufzählen durch die geraden, beziehentlich ungeraden Zahlen bezeichnen und unterscheiden. Mit Redtenbacher bezeichnen wir die konvexen Adern mit den ungeraden Zahlen; denn die Ader I ist eine konvexe. Die konvexen Adern führen also die Nummern I, III, V, VII, IX, XI, XIII usw., die konkaven die Nummern II, IV, VI, VIII, X, XII, XIV usw.

An der Hand der nötigen Bezeichnungen ergiebt sich für die konvexen Adern folgende Uebersicht:

Ader I — Vorderrandader (Costalader, Costa);
„ III — Armader (Brachialader, Brachialis), weil diese Ader wie ein Arm wirkt, namentlich in den längsfaltigen Flügeln der Orthopteren und Coleopteren;
„ V — Mittelader (Mediana);
„ VII — vordere Spannader (Cubitus anterior), so genannt, weil sie und die folgende Konvexader die Spannung des mittleren und hinteren Teiles der Flügelfläche besorgen;
„ IX — hintere Spannader (Cubitus posterior);
„ XI, XIII usw. — konvexe Hinterfeldadern (konvexe Analadern).

Von den konkaven Adern kommen hauptsächlich die Ader II als Unterrandader (Subcostalader) und VIII als Intercubitalader in Betracht. Die Adern X, XII, XIV usw., welche meist fehlen, werden konkave Analadern genannt; IV und VI sind gewöhnlich unterdrückt.

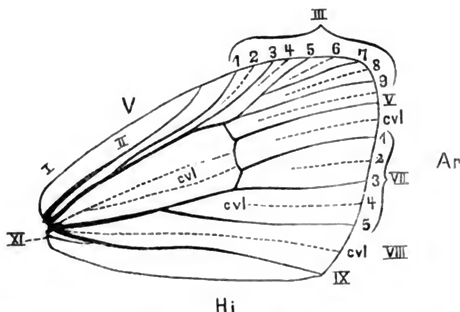


Fig. 157. Vorderflügel eines Tagschmetterlings. Schemat. — I, Vorderrandader; II, Unterrandader, vena subcostalis; III, verzweigte Armader, vena brachialis; 1, 3, 5, 7, und 9, Zweige derselben; 2, 4, 6 und 8, aderlose Faltenlinien; V, verkürzte Mittelader; VII, verzweigte vordere Spannader, cubitus anterior; 1, 3 und 5, Zweige derselben; 2 und 4, aderlose Faltenlinien; VIII (cvl), aderlose Faltenlinie, Spur der Intercubitalader; IX, hintere Spannader, cubitus posterior; XI, kurze, mit Ader IX verbundene Analader; cvl, aderlose Faltenlinien; V, Vorderrand des Flügels; Ar, Aussenrand; Hi, Hinterrand.

Einige der Hauptadern, namentlich die Armader (III), die Mittelader (V) und die vordere Spannader (VII), sind meist verzweigt oder wenigstens gegabelt. Auch hier werden die Zweige mit ungeraden, und zwar arabischen Ziffern bezeichnet, die zwischenliegenden convaven Adern oder zurückgebliebenen Spuren derselben aber mit geraden Ziffern. Dementsprechend sind unter den Adern III_1, III_3, III_5 die drei Zweige (Sektoren) zu verstehen, in welche sich die Armader verzweigt hat. Die konkaven Adern oder Linien, von denen je eine zwischen zwei Zweigen der Armader liegt, erhalten die Ziffern III_2, III_4, III_6. (Fig. 157.)

Abgesehen von der den Vorderrand des Flügels bildenden Costa ist die Armader immer kräftig ausgebildet; die Mittelader ist aber zuweilen verkümmert oder innig mit der Armader, beziehentlich seinen Zweigen, oder mit der vorderen Spannader verbunden. Aber auch die letztere ist nicht immer vollständig und deutlich ausgebildet, sondern bei manchen Insekten (Hemipteren, Coleopteren) gewöhnlich verkümmert. Bei *Psylla* entspringen die Armader, die Mittelader und die vordere Spannader aus einer gemeinschaftlichen Ader, da alle drei im Grundteile miteinander verschmolzen sind. Bei den Psociden ist dies mit den beiden letzten Adern der Fall.

Wenn eine konvexe Ader verkümmert oder verloschen ist, so bleibt als Spur gewöhnlich eine erhabene Linie zurück, welche zuweilen noch gelblich oder bräunlich chitinisiert ist (Fig. 158 x und y).

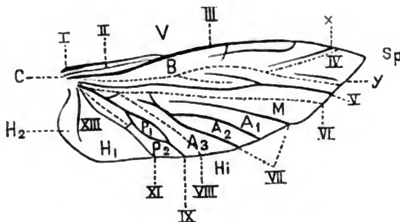


Fig. 158. Flügels eines Prachtkäfers, *Ancylochira rustica*. Nach J. Redtenbacher. — I, Vorderrandader, Costa; II, Unterrandader, Subcosta; III, Armader, (Brachialader) mit der nach dem Grunde zu abgekürzten Zweigader (rücklaufende Ader); IV, gegabelte aderlose Faltenlinie, Spur der konkaven Ader zwischen III und V; x und y, verloschene Konvexaderreste, Zweige der Brachialader und Medianader; V, Medianader mit einer nach dem Grunde zu abgekürzten Zweigader (rücklaufende Ader); VI, Faltenlinie, Spur der konkaven Ader zwischen V und VII; VII, Zweige der am Grunde unterbrochenen vorderen Spannader, cubitus anterior; VIII, Faltenlinie, Spur der Intercubitalader; IX, hintere Spannader, cubitus posterior, ursprünglich in 2 Zweigen auslaufend, welche aber vor dem Ende wieder vereinigt sind und ein Mittelfeldchen einschliessen; XI, erste konvexe Analader; XIII, zweite konvexe Analader; C, Costalfeld; B, Brachialfeld; M, Medianfeld; A_1 bis A_3, erstes bis drittes Randfeldchen des vorderen Cubitalfeldes; P_1, Mittelfeldchen; P_2, Randfeldchen des hinteren Cubitalfeldes; H_1 und H_2, erstes und zweites Feldchen des Analfeldes; V, Vorderrand; Sp, Spitzenrand; Hi, Hinterrand.

Von einer verloschenen Konkavader bleibt aber (S. 247) eine vertiefte durchscheinende Linie zurück. Solche Linien (Konvex- und Konkavlinien) kommen oft vor (Fig. 157, 158).

Wie schon erwähnt, weicht das Flügelgeäder durch Verschwinden einiger Längsadern und dementsprechende Verbindung der erhalten gebliebenen Adern von der ursprünglichen (gleichsam schematischen) Bildung bei manchen Insekten so sehr ab, dass es an und für sich nicht gedeutet werden kann. Erst die Untersuchung des Flügelgeäders verwandter Gattungen oder Familien, in denen die ursprünglichen Verhältnisse noch nicht so abgeändert sind, macht es möglich, die einzelnen Adern wiederzuerkennen.

Die Beachtung der aderlosen konvexen und konkaven Linien ist dabei durchaus notwendig, weil diese, mit einer Ader versehen, die ursprüngliche Konfiguration des Geäders wiedergeben würden. Eine konvexe Längsader ist oft nur im vorderen Teile erhalten geblieben und durch eine Querader begrenzt, so dass sie wie ein Zweig erscheint (Fig. 157V); eine derselben mittel- oder unmittelbar nach dem Grunde zu sich anschliessende konvexe Linie zeigt aber an, dass sie früher eine wirkliche Längsader (etwa die Mediana oder der vordere Cubitus) war und im unteren Teile jetzt verlöscht ist.

Eine andere Eigentümlichkeit bieten die geknickten, seitwärts umgebogenen oder knieförmigen Adern. Mit dem Knie (Fig. 164 *a*, S. 262) verband sich ursprünglich eine Längsader, was um so wahrscheinlicher wird, wenn noch ein kurzes abgebrochenes Aederchen und in anderen Gattungen noch eine etwas längere Ader (Fig. 158) vorhanden ist.

Merkwürdig ist ferner der Einschnitt, den manche Queradern (bei Hymenopteren, Dipteren, Neuropteren) erlitten haben. Dieser Einschnitt wird von einer konkaven Linie durchzogen, welche ursprünglich als Ader die jetzt eingeschnittene Querader durchsetzte. Der Einschnitt ist als heller Fleck auf der Querader zu erkennen. Zwei Einschnitte derselben Ader können zu einem milchweissen Streifen verschmelzen. Zuweilen entsteht eine wirkliche Lücke in der Ader (Adolph, Insektenflügel. Taf. 5, Fig. 3 u. 5; Taf. 3, Fig. 5 u. 6.).

Das Thyridium (eine durchsichtige, am Gabelpunkte der Mediana auftretende durchsichtige Stelle) findet sich dort, wo zwei Konkavadern, welche die zwischenliegende Konvexader aufgelöst haben, den Gabelpunkt dieser Konvexader beeinflussen.

Eine an manchen Stellen des Geäders auftretende Unterbrechung ist aber nur die Folge einer Knickung infolge der mechanischen Quer- und Längsfaltung des Flügels in der Ruhelage. (S. 262.)

Aus dem Dargelegten geht hervor, dass ein anscheinend einfaches Geäder aus einem dichteren Adernetz abzuleiten ist.

Das Geäder der Vorderflügel ist demjenigen der Hinterflügel entweder gleich oder ähnlich oder von demselben ganz verschieden.

Einteilung des Flügels in Felder.

Obgleich sich der Flügel in den Spitzen-, Mittel- und Grundteil zerlegen lässt, so lassen sich doch auch die von den Adern eingefassten Felder bezeichnen und auf diese Weise bei den verschiedenen Insekten gut miteinander vergleichen. Zuerst sind die von den Hauptadern (I, III, V, VII, IX, XI) begrenzten Felder zu betrachten, welche als Felder erster Ordnung oder als Hauptfelder (areae) bezeichnet werden. Ein Hauptfeld wird benannt nach der vorderen, dasselbe begrenzenden Hauptader. Die Namen der Hauptfelder sind daher die folgenden: (Vergl. Fig. 158 und 159.)

1. das Costalfeld (area costalis) zwischen den Adern I und III,
2. das Brachialfeld (area brachialis) zwischen III und V,
3. das Medianfeld (area mediana) zwischen V und VII,
4. das vordere Cubitalfeld (area antecubitalis) zwischen VII und IX,
5. das hintere Cubitalfeld (area postcubitalis) zwischen IX und XI und
6. das Analfeld (area analis) zwischen der Ader XI und dem Hinterrande des Flügels.

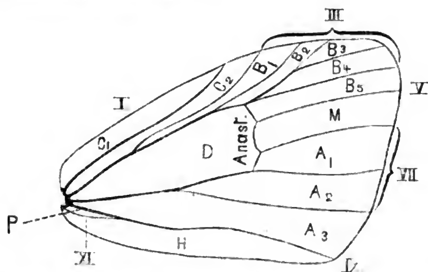


Fig. 159. Vorderflügel eines Tagschmetterlings. Schemat.
I, III, V, VII, IX und XI, Bezeichnung wie in Fig. 157. — C_1, ersteres Feldchen des Costalfeldes; C_2, zweites Feldchen des Costalfeldes; B_1 bis B_5, erstes bis fünftes Randfeldchen des Brachialfeldes; M, Randfeldchen des Medianfeldes; D, grosse Mittelzelle; Anast., Anastomose; A_1 bis A_3, erstes bis drittes Randfeldchen des vorderen Cubitalfeldes; P, hinteres Cubitalfeld; H, Analfeld.

Die Hauptfelder werden gewöhnlich entweder von einer Konkavader oder von Zweigen der vorderen Hauptader durchzogen. Die dadurch gebildeten Felder zweiter Ordnung (areolae) werden nach fortlaufenden Nummern bezeichnet. Das Costalfeld zerfällt daher, weil es von der Subcosta (II) durchzogen wird, in das erste (C_1) und das zweite Feldchen (C_2). Von der Armader gehen mehrere Zweigadern aus, infolgedessen das Brachialfeld in einige Feldchen zerfällt. Aehnlich oder ebenso ist es teilweise bei den folgenden Hauptadern. Viele Feldchen hat wegen der konvexen und kon-

kaven Längsadern (Analadern) das Analfeld der Hinterflügel der Orthopteren aufzuweisen (Fig. 156).

Auch kommt es vor, dass ein Feldchen durch Queradern in ein äusseres, ein inneres und in Mittelfeldchen geteilt wird; das äussere wird als Randfeldchen (areola marginalis), das innere als Innenfeldchen oder Grundfeldchen (areola basalis) und die mittleren als Mittelfeldchen (areolae mediae) bezeichnet. Durch eine fortlaufende Verbindung von Queradern entsteht die Anastomose (Fig. 159), wodurch im Spitzenteile des Flügels eine Anzahl hintereinander liegender Randzellen gebildet wird. Das Verlöschen des Grundteiles der Mittelader (V) und die Ausbildung der Anastomose haben das grosse Mittelfeld oder Discoidalfeld (area discoidalis) entstehen lassen, welches bei den Lepidopteren eine grosse Rolle spielt (Fig. 159 D). Es liegt zwischen den Adern III und VII und wird nur in einer Anzahl Gattungen, z. B. *Hepialus* und *Cossus*, von der gegabelten V. Ader durchzogen. Wenn diese Ader nicht vorhanden, findet sich an ihrer Stelle die Gabellinie (Fig. 157). In manchen Gattungen ist die Anastomose unvollständig, weil eine der Queradern fehlt, und daher die Discoidalzelle offen.

Das Flügelmal (Pterostigma oder Stigma) wird von einem meist durch dunklere Färbung ausgezeichneten Teile des Randfeldchens des Costalfeldes gebildet, liegt also zwischen den Endstücken der I. und III. Ader und ist bei deutlicher Ausbildung von Queradern begrenzt. Es kommt nur bei einem Teile der Insekten, namentlich den Libellen, Psociden, Mantispiden und manchen Hymenopteren, vor. Fig. 54 S. 126.

Unterschiede zwischen den Vorder- und Hinterflügeln und deren Einfluss auf die Grösse der beiden hinteren Brustringe.

Die Bevorzugung eines der beiden Flügelpaare als Flugwerkzeug ist von Einfluss auf den das bevorzugte Flügelpaar tragenden Brustring. Da bei den Coleopteren nur das hintere Paar zum Fliegen dient, so ist der hintere Brustring grösser als der mittlere. Von den Muskeln des Metathorax geht bei den Käfern die Flugkraft aus. Die verhärteten Vorderflügel dienen höchstens zur Unterstützung des Fluges, wozu es aber keiner so grossen Anstrengung bedarf, wie bei der Flugbewegung der Hinterflügel.

Umgekehrt bedienen sich die Hymenopteren hauptsächlich der Vorderflügel zum Fliegen, und dementsprechend ist der Mesothorax grösser als der Metathorax. Dasselbe gilt von den Lepidopteren, bei denen, ebenso wie bei den Hymenopteren, die Hinterflügel durch eine mechanische Verbindung mit den Vorderflügeln die Flugthätigkeit unterstützen, allerdings auf Kosten der Ausbildung des Mesothorax und seiner Muskeln. Auch bei den Ephemeriden

und Psociden sind die Vorderflügel und der Mesothorax beträchtlich grösser als beziehungsweise die Hinterflügel und der Metathorax.

Gleichmässig grosse Vorder- und Hinterflügel verbinden sich mit einem Meso- und Metathorax, die in der Grösse nicht oder wenig voneinander abweichen. Wir finden dieses Verhältnis vor allem bei den Libelluliden, Neuropteren, Panorpiden und Termiten.

Die hauptsächlichen Unterschiede zwischen den Vorder- und den Hinterflügeln liegen

1. in der Grösse,
2. in der Aderung,
3. in der Form und
4. in der Beschaffenheit des Stoffes.

Obgleich alle vier Kategorieen Kennzeichen für die grösseren Gruppen unter den Insekten abgeben, so schwankt doch jede Kategorie innerhalb derselben Gruppe und liefert in Unterschieden niederen Ranges die Merkmale für die Gattungen und Arten.

Einfluss der Form und Grösse der Flügel, sowie der kräftigen Bildung und des Verlaufes des Geäders auf den Flug des Insekts.

Am Grunde breite, nach der Spitze zu sich verschmälernde oder spitz ausgezogene und kräftig geaderte Flügel bedingen einen schnellen und mit Ausdauer verbundenen Flug. Beispiele: *Aeschna* und *Anax* unter den Libelluliden; *Sphinx*, *Chaerocampa* und *Acherontia* (auch *Charaxes*) unter den Lepidopteren; *Ascalaphus* unter den Neuropteren.

Am Grunde verschmälerte, am Ende abgerundete und schwächlich geaderte Flügel finden wir bei schlechten Fliegern. Beispiele: *Agrion* und *Calopteryx* unter den Libelluliden; *Myrmeleon*, *Chrysopa* und *Hemerobius* unter den Neuropteren; *Pieris* unter den Lepidopteren.

Ob die Flügel ein dicht engmaschiges Geäder oder nur wenige Längsadern besitzen, ist für die Güte des Flugvermögens gleichgiltig. Beispiele: *Aeschna* und *Sphinx*. Aber die Verbindung und der Verlauf der Adern kommen in Betracht. Wie der Verlauf des Flügelgeäders die Art des Fluges beeinflusst, zeigt uns H. Loew an den Raubfliegen (Asilidae). Diese Dipteren zerfallen in zwei grosse Gruppen. In der einen Gruppe mündet der zweite Sektor der Armader in den Flügelrand (*Leptogaster, Damalis, Ceraturgus, Dioctria, Dasypogon*), in der anderen in den ersten Sektor (*Laphria, Asilus, Ommatius*). Durch letzteren Umstand wird die Flugkraft, gleichwie bei den Syrphiden u. a., ausserordentlich verstärkt; die flugfertigsten, wehrhaftesten, kühnsten Räuber gehören in die zweite Gruppe. Die erste Gruppe enthält meist die trägeren Flieger, die auf schwächere Beute losgehen. Linnaea Entomologica. 1847. 2. Bd. S. 386.)

Ferner ist der Flügellappen der Dipteren nach der Ansicht Stenhammers auf das Flugvermögen von Einfluss; denn letzteres ist bei denjenigen Dipteren unvollkommen, bei denen der Flügellappen verkümmert ist. (Oefvers. Kongl. Vetensk. Akad. Vörhandl. 1844. S. 35).

In dieses Kapitel einschlagende Verhältnisse können nur eben berührt werden. Den einzelnen Forschern bleibt es überlassen, dieses grosse, bisher wenig gewürdigte Feld zu bearbeiten.

Engeres Verhältnis zwischen den Vorder- und den Hinterflügeln.

Bei zahlreichen heteroceren Schmetterlingen sind die Vorderflügel mit den Hinterflügeln durch die sogenannte Haftborste verbunden. Am Grunde der Hinterflügel unterseits in der Nähe des Vorderrandes findet sich ein Dorn oder ein Bündel weniger Borsten, welche hinter ein aus Haarschuppen gebildetes, auf der Unterseite der Vorderflügel nahe dem Grunde befindliches Bändchen greifen, wodurch dem Vorder- und Hinterflügel ein gemeinschaftlicher Halt gewährt ist. Die Haftborste findet sich bei den Sphingiden, Noctuiden, Geometriden, Cheloniariern und Pyraliden. Unter den Xylotrophen ist sie dem männlichen Geschlecht von *Cossus* eigentümlich. Sie fehlt allen Tagschmetterlingen (Rhopalocera), Tineiden und Hepialiden, vielfach auch den Bombyciden.

Ueber eine verschiedene Ausbildung der geschilderten Haftvorrichtung bei den beiden Geschlechtern schreibt Dietrich (Stettin. Entom. Zeitung. 1862, S. 478).

Auch bei den Hymenopteren ist eine Haftvorrichtung zwischen den Vorder- und Hinterflügeln zur Ausbildung gelangt. Die Hinterflügel hängen vermittelst kleiner an ihrem Vorderrande befindlicher Häkchen am Hinterrande der Vorderflügel, so dass die beiden Flügel beim Fluge ein Ganzes bilden.

In anderen Fällen greift der der Länge nach umgekniffene Hinterrand der Vorderflügel in den ähnlich gebildeten Vorderrand der Hinterflügel, z. B. bei den Zikadiden, Trichopteren und unter den Lepidopteren bei den Sesiiden. Vergl. Poujade. (Titel S. 271)

Bei den Tagschmetterlingen und manchen anderen Lepidopteren stützt während des Fluges einfach der Vorderflügel den vorderen Teil des am Grunde von ihm bedeckten Hinterflügels.

Die Vorder- und Hinterflügel der Libellen, Termiten, Neuropteren und Orthopteren bleiben während des Fluges voneinander unabhängig.

Die Flügeldecken.

In einigen grossen Abteilungen der Insekten sind wir gewohnt, statt der häutigen Vorderflügel ein horn-, leder- oder pergamentartig verdicktes und verhärtetes Paar von Anhängen zu finden. Weil diese

dem Körper an- oder aufliegen und den Leib und die hinteren Flügel bedecken, werden sie Decken oder Flügeldecken genannt. Gekennzeichnet sind durch solche Decken, beziehentlich verdickte Vorderflügel, im allgemeinen die mit einem grossen Prothorax versehenen Insekten, also die Käfer (Coleoptera), die Geradflügler (Orthoptera), die Ohrwürmer (Forficulidae), die ungleichflügligen Wanzen (Hemiptera heteroptera) und viele Homopteren (Fulgoridae, Cicadellidae). Eine scharfe Grenze zwischen häutigen Flügeln und Flügeldecken giebt es nicht. Aber in Wirklichkeit bedecken die Vorderflügel, wenn sie nicht stets ausgebreitet sind, z. B. bei den meisten Libelluliden, während der Ruhe immer die Hinterflügel, sind aber nur bei den oben genannten Insekten ausserdem noch besonders umgebildet.

Eigentliche Flügeldecken (Elytra) sind fast nur den Käfern und Ohrwürmern zugeteilt, wo sie wenig Aehnlichkeit mit Flügeln behalten haben. Wenn sie dem Körper aufliegen, passen sie genau zusammen, so dass sie mit den Innenrändern vom Grunde bis zur Spitze zusammenstossen und in ihrer Vereinigung einen festen, der Oberseite des Körpers dicht anschliessenden Rückenschild bilden. Dabei ist von einem eigentlichen Flügelgeäder nichts, sondern nur von den Spuren desselben etwas zu sehen. In wenigen Gattungen, *Sitaris*, *Meloe* und *Pseudomeloe* (Fam. Meloidae), *Lijsestia*, *Chaodalis* u. a. (Fam. Cerambycidae), klaffen die Flügeldecken.

Auch die Vorderflügel der männlichen Stylopiden sind ähnlich gebildet, aber zu sehr kleinen Anhängen verkümmert.

Die ledrigen oder pergamentartigen Vorderflügel der Heuschrecken (Locustidae, Acridiidae, Blattidae etc.), welche gleichsam eine Uebergangsstufe zwischen den eigentlichen Flügeln und den Flügeldecken der Käfer bilden, werden als Tegmina (tegere = bedecken) bezeichnet. Die dienen sichtlich zum Schutze der meist sehr zarten Hinterflügel; auch sind sie deutlich geädert. Wenn sie dem Körper an- oder aufliegen, passen die Innenränder entweder genau zusammen oder schlagen übereinander. Bei manchen Phasmiden sind die Vorderflügel sehr verkümmert oder fehlen.

Die zur Hälfte pergament- oder hornartig verhärteten Vorderflügel der heteropteren Rhynchoten (Wanzen) heissen Hemielytren oder Halbdecken, weil ihre Spitzenhälfte (oder -Drittel) häutig geblieben ist. In der Ruhe sind diese Halbdecken übereinander geschlagen. Ihr Geäder besteht aus wenigen (drei) Hauptadern; mehr Adern und Verzweigungen derselben finden sich in dem häutigen Spitzenteil. In der Gattung *Copius* (Brasilien) sind die Vorderflügel ganz häutig und glashell. Die hornige Hälfte der vorderen Wanzenflügel wird Corium oder Elytra, die häutige Hälfte Ala oder Membrana genannt. Der innere, durch die konkave Analader abgegrenzte und verdickte Abschnitt der Elytra wird als Clavus bezeichnet und entspricht dem Analfelde.

Die Festigkeit der Flügeldecken wird teils durch die Verdickung der Chitinlage, teils durch kleine, die obere und untere Chitinfläche miteinander verbindende Chitinstäbchen bewirkt. Die Weichheit der Flügeldecken der *Lytta vesicatoria* (Pflasterkäfer) rührt nach dem Befunde des Entomologen Beauregard daher, dass diese Chitinstäbchen hier sehr dünn sind, während sie gewöhnlich bei den Käfern zahlreicher und dicker erscheinen.

Bei manchen ungeflügelten Käfern haben die Flügeldecken nicht nur eine ausserordentliche Festigkeit erlangt, sondern sind auch an den Innenrändern so fest miteinander verbunden, dass sie einen einzigen mulden- oder kahnförmigen Deckenschild bilden. Fälle dieser Art finden sich unter den Carabiden, Tenebrioniden, Curculioniden und Chrysomeliden.

Das umgeschlagene schmale Feld neben dem Aussenrande der Flügeldecken ist durch eine erhabene Begrenzungslinie von der Flügeldeckenfläche abgegrenzt und wird Epipleura genannt; es entspricht dem Costalfelde der häutigen Flügel und ist von sehr verschiedener Breite, zuweilen undeutlich oder sogar ganz geschwunden.

Innen am Grunde der Flügeldecken findet sich oft ein zahnartiger Vorsprung, welcher in der Ruhelage der ersteren in eine Vertiefung unterseits am Rande des Schildchens (Scutellum) eingreift. Praktische Versuche zeigen, dass wegen dieser schlossartigen Vorrichtung die Flügeldecken nur mit Mühe von uns aus der Ruhelage herausgebracht werden können.

Bei all den zahlreichen Mitgliedern der Familie der Kurzdeckkäfer (Staphylinidae) sind die Flügeldecken meist stark abgekürzt, so dass sie nur die beiden hinteren Brustringe und höchstens den Grund des Hinterleibes decken. Dasselbe gilt von den Pselaphiden. Einzelne Fälle von beträchtlicher Verkürzung der Flügeldecken kommen auch in anderen Käferfamilien vor, z. B. bei den Lymexyloniden (*Atractocerus*), Cerambyciden (*Necydalis, Molorchus, Rhatymoscelis* u. a.), Meloiden (*Hornia*), Telephoriden (*Ichthyurus, Lobetus*).

Die Skulptur und das ursprüngliche Geäder der Flügeldecken der Käfer.

Die Rippen und Linien, die Kettenstreifen und zwischen den Punktstreifen liegenden Zwischenräume auf den Flügeldecken der Käfer sind entweder direkt aus einem ursprünglichen, demjenigen der eigentlichen Flügel homologen Geäder abzuleiten oder auf ein solches zurückzuführen. Die Zahl der Hauptadern der Flügel lässt sich auch auf den Flügeldecken feststellen; es finden sich auf diesen bei zahlreichen Käfern noch Rippen, welche der Mittelader, dem vorderen und hinteren Cubitus und der ersten Analader entsprechen. Die Armader ist als kielartiger oberer Rand (Randkiel), welcher durch die Epipleuren von dem eigentlichen Aussenrande getrennt ist, bei

der grossen Mehrzahl der Coleopteren geblieben; wie im Flügel so hat sie auch in den Flügeldecken eine besonders kräftige Ausbildung erlangt. Bemerkenswert ist es, dass sich in den meisten Familien Abstufungen von deutlicher Rippenanlage bis zu glatter, fast skulpturloser Oberfläche finden; diese Stufen werden durch bestimmte Arten dargestellt; doch variieren manche Arten in der Rippenbildung. Die Zahl der etwa vorhandenen Rippen beläuft sich auf drei oder vier, wobei der Randkiel und der Aussenrand nicht mitgezählt werden. Schon auf den nicht unterbrochenen Rippen mancher Arten kommen oft eingestochene Punkte vor; das ist der Anfang von der Auflösung der Rippen, welche bei anderen Arten zu erkennen ist. Eine Uebergangsstufe zur Auflösung einer Rippe bilden die Kettenstreifen (Fig. 160), wie wir sie in der Gattung *Carabus* treffen. *Carabus nitens* besitzt drei kräftige Rippen auf jeder Flügeldecke; sie sind oft nur wenig unterbrochen, oft aber zum grossen Teil in Kettenglieder aufgelöst. Andere *Carabus*-Arten bieten Beispiele von einer Abflachung der Kettenglieder, die bei noch anderen Arten bereits ganz verschwunden sind. Wenn zwischen zwei Kettenstreifen je eine Rippe auftritt, so sind diese Rippen mit den Zweigadern der Hauptadern im häutigen Flügel zu vergleichen (Fig. 161). Sie sind als Nebenrippen zu bezeichnen, gegenüber den ersteren, welche den Hauptadern entsprechen.

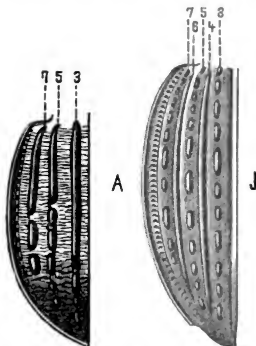


Fig. 160. Fig. 161.

Fig. 160. Linke Flügeldecke eines Laufkäfers, *Carabus nitens*. — 3, 5 und 7 = den Hauptadern der Flügel entsprechende, zum Teil unterbrochene Rippen; — A, Aussenrand, J, Innenrand.

Fig. 161. Linke Flügeldecke eines anderen Laufkäfers, *Carabus cancellatus*. — 3, 5 und 7 = den Hauptadern der Flügel entsprechende Kettenstreifen; 4 und 6, den Zweigadern der Flügel entsprechende Nebenrippen.

Es kommt vor, dass die Haupt- und die Nebenrippen noch gleichmässig gut entwickelt sind, z. B. bei den Arten der afrikanischen Gattung *Tefflus*. Es heben sich aber hier die Hauptrippen von den Nebenrippen dadurch ab, dass sie am Grunde kräftiger und länger sind als letztere. Auch sind die Nebenrippen bei einigen Arten sogar verkürzt (*T. brevicostatus, hamiltoni*). Das alles entspricht der Natur der Haupt- und Nebenadern im häutigen Flügel. Die Rippen sind in der genannten Gattung durch breite punktierte und quergerunzelte Furchen getrennt, welche aus der umgebildeten Flügelmembran abzuleiten sind.

Den Rippen entsprechen die sogenannten Zwischenräume auf den Flügeldecken zahlreicher Käfer (Fig. 162). Wenn die Flügeldecken der

Länge nach gefurcht oder einfach gestreift oder punktiert-gestreift oder gestreift-punktiert sind, so sind die zwischen diesen Streifen liegenden Zwischenräume als abgeflachte Rippen zu betrachten. Diese sind eben bei *Tefflus* noch in einem mehr ursprünglichen Zustande. *Feronia, Harpalus* u. a. sind weiter vorgeschritten. Die eingestochenen Punkte, welche abwechselnd auf den Zwischenräumen der Flügeldecken mancher Arten vorhanden sind, weisen auf Kettenstreifen hin; es sind nur die bei der Unterdrückung der Kettenglieder zurückgebliebenen Spuren. Auf solchen einfach gestreiften Flügeldecken sind die den Hauptrippen entsprechenden Zwischenräume oft deutlich von denjenigen zu unterscheiden, welche auf die Nebenrippen zurückzuführen sind; und zwar gewöhnlich durch die Auszeichnungen (stärkere Ausbildung, Grübchen), welche ihnen als ursprünglichen Hauptrippen zukommen.

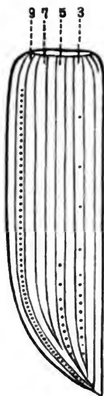


Fig. 162.

Linke Flügeldecke eines anderen Laufkäf. *(Calathus)*. Orig.

Die Zwischenräume zwischen den Linien entsprechen den Rippen in anderen Gattungen, und zwar die Zwischenräume 3, 5, 7 und 9 den Hauptrippen, während die zwischenliegenden sich mit den Nebenrippen decken.

Zuweilen treten neben den Haupt- und Nebenrippen (primären und sekundären Rippen) noch tertiäre (accessorische) auf.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Zahl und Nummer der Rippen und der mit ihnen im Grunde identischen Zwischenräume auf ein Schema zurückzuführen sind. Wenn auf einer Flügeldecke 9 vertiefte Streifen oder Punktstreifen und dementsprechend 10 Zwischenräume vorhanden sind, so müssen der 3., 5., 7. und 9. Zwischenraum als die primären und der 2., 4., 6., 8. und 10. Zwischraum als die sekundären Zwischenräume angesehen werden. Jene sind häufig alle oder z. T. mit grösseren eingestochenen Punkten oder Grübchen versehen. Der neunte Zwischenraum trägt die meisten Grübchen. Beim Zählen der Streifen und Zwischenräume wird am Innenrande begonnen, obgleich es richtiger wäre, den Randkiel als Ausgangspunkt zu wählen. Doch verlöschen oft die Streifen neben dem Randkiele, während sie nach dem Innenrande zu deutlich bleiben und beim Zählen als Ausgangspunkt dienen können.

Bei *Harpalus* und anderen Carabiden sind 10 Zwischenräume und 9 Streifen vorhanden. Wenn noch tertiäre Zwischenräume vorkommen, z. B. bei manchen Arten von *Carabus* und *Calosoma*, so zählen wir 17 Zwischenräume und 16 Streifen; der 4., 8. und 12. Zwischenraum sind dann primär und oft durch die kettenförmigen Höckerreihen ausgezeichnet. Zwischen je zwei Kettenstreifen liegen dann drei einfache erhabene Linien, von denen die mittlere als die sekundäre, die beiden seitlichen als die tertiären aufzufassen sind.

Auf den Flügeldecken vieler Käfer sind zahlreiche unregel-

mässig stehende und oft dicht gedrängte Pünktchen vorhanden. Diese unregelmässig stehenden Pünktchen sind von regelmässig angeordneten abzuleiten; verwandte Arten zeigen noch regelmässige Längsreihen von Punkten, und die sogenannten Doppelreihen entsprechen ursprünglich vorhanden gewesenen primären Rippen; denn der von der Doppelreihe eingenommene Zwischenraum ist ein primärer. Dieses ist sehr schön bei den Arten von *Chrysomela* zu verfolgen, welche Beispiele aller dieser Bildungsstufen darbieten; sogar mit Rippen versehene Flügeldecken bei einigen sibirischen Arten.

Ein von einem oft vorkommenden kurzen Nahtstreifen begrenzter ebenso kurzer Zwischenraum neben dem Schildchen kann auf die oft kurze zweite Analader (XIII) der Flügel zurückgeführt werden.

Die niedrigste Stufe der Struktur bieten die Flügeldecken von *Calopteron*, einer Gattung der Lyciden, dar. Die vier Hauptrippen gleichen gewöhnlichen Flügeladern; nur sind sie gleichmässiger und gedrängter angeordnet. Zwischen je zwei Hauptrippen findet sich eine nach dem Grunde zu verkürzte feinere Ader, welche den Nebenrippen von *Tefflus* entspricht. Alle Längsrippen sind durch Queradern verbunden, und die Flügeldeckenhaut ist bei manchen Arten so dünnhäutig und transparent wie die Membran gewöhnlicher Flügel. In der Gattung *Lycus* ist die in die Schulterbeule auslaufende Rippe bei vielen Arten kielförmig erhaben und im männlichen Geschlecht mehrerer Arten in einen Stachel ausgezogen. Diese eigentümliche Bildung ist nicht als eine zweckdienliche Einrichtung anzusehen, eine Ansicht, welche wir von einem Teleologen leicht erwarten dürfen, sondern nur als eine hypertrophische Bildung, wobei die Materie sich soweit entwickelt, als ihre Menge und der Raum es gestattet (S. 238). Die Tendenz zu der hypertrophischen Bildung liegt bereits in der kielförmigen Anlage der Schulterbeule vor.

Die Vergleichung der Flügeldecken der Coleopteren zeigt, dass die Verhärtung und Verdickung der ursprünglichen Flügelhaut durch Chitinwucherung teilweise von den Flügeladern ausgeht. Die eingestochenen (gegen das Licht gehalten oft durchscheinenden) Grübchen der vertieften Streifen sind die Reste der ursprünglichen Flügelhaut. Die seitliche Abflachung der Rippen zu breiten Längsbändern (Zwischenräumen) liess nur je eine mit Grübchen versehene Furche übrig; der Zwischenraum zwischen je zwei Grübchen der Furche entspricht einer früheren Querader, die bei *Calopteron* als solche noch auftritt. Eine Längsreihe der durch die Querader hergestellten Feldchen auf den Flügeldecken, wie bei *Calopteron*, ist bei *Harpalus* auf eine punktierte (mit Grübchen besetzte) Furche reduziert. Die Grübchen der Furchen haben nichts zu thun mit den Grübchen der Zwischenräume. Ein weiterer Schritt auf dem Wege der Ausbildung der Flügeldecke durch Chitinwucherung ist das Verschwinden der Grübchen in den Furchen; daraus sind die glatten Furchen, das Fehlen der Streifen und schliesslich die ganz glatten Flügeldecken zu erklären.

Manche Käfer zeigen einen maschigen und fast unregelmässigen Rippenverlauf auf den Flügeldecken, namentlich viele exotische Cassididen. Die Zeichnung der Flügeldecken richtet sich dann gewöhnlich nach dem netzförmigen Geäder. Oft ist dieses verlöscht, die Zeichnung aber geblieben. Bei *Chelymorpha polysticha* würden die Flecken nicht sicher zu erklären sein, wenn *Ch. nigricollis* nicht existierte, auf deren Flügeldecken jene Flecken vertieft sind und mit der retikulierten Skulptur zusammenhängen. Dieselbe Struktur oder wenigstens die gewöhnliche Nervatur ist bei durchfallendem Licht auch in solchen Flügeldecken zu erkennen, deren Oberfläche einfach ist. Auch die Unterseite zeigt das Geäder meist deutlich.

Die Schwingkölbchen der Zweiflügler.

Die Zweiflügler (Diptera) besitzen statt der Hinterflügel zwei kleine klöppelförmige Organe, welche in ihrer Form gar nicht an Flügel erinnern und Schwingkölbchen, Schwinger oder Halteren genannt werden. Sie fehlen bei der Bienenlaus *(Braula)* und *Aenigmatias* (Meinert 1890) und sind sehr klein bei *Nycteribia*. Sie bestehen aus einem dünnen Griffel und einem Endknopfe (Fig. 163). Bei manchen Dipteren werden sie von einer glockenförmigen Schuppe bedeckt (S. 246). Bei den Flugversuchen und während des Fluges sind die Schwingkölbchen in Bewegung.

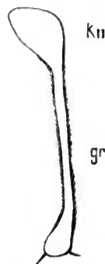


Fig. 163. Schwingkölbchen einer Schnacke, *Pachyrhina*. Stark vergrössert. Orig. gr, Griffel; kn, Endknopf.

Ueber die feinere äussere und innere Beschaffenheit und Organisation haben Hicks und Lee, auch H. Loew geschrieben.

Bemerkenswert ist die Beziehung zwischen Grösse und Lage der Schwingkölbchen einerseits und die Art des Fluges anderseits. Der bekannte verstorbene Dipterenforscher H. Loew fand, dass bei allen denjenigen Dipteren, welche einen trägeren, ungeschickteren und unsichereren Flug haben, die Schwingkölbchen nicht nur grösser sind, sondern auch eine freiere Lage haben als bei denjenigen, welche sich durch Schnelligkeit, Dauer und Sicherheit des Fluges auszeichnen.

Auch das Verhalten eines Zweiflüglers in dem Falle, wenn ihm die Schwingkölbchen abgenommen sind, kann zur Aufklärung ihrer Beziehung zum Flugvermögen dienen. Wir können uns in einem solchen Falle bald überzeugen, dass sie für den Flug unentbehrlich sind, obgleich ihnen das gar nicht anzusehen ist. Die der Schwingkölbchen beraubte Fliege oder Schnacke ist unfähig, fortzufliegen; sie schwebt nur abwärts und über den Boden hin, diesen mit ihren Füssen streifend. Goureau fand sogar, dass ohne Ausnahme nach 6 bis 8 Stunden der Tod des Insekts, welchem die Schwingkölbchen

abgenommen waren, eintrat. Ein gleiches Verhalten zeigten aber auch Hymenopteren, welchen beide Hinterflügel abgeschnitten waren. Vergl. Ann. Soc. ent. France. 2. sér. I. 1843. S. 299. In demselben Sinne angestellte Versuche und Resultate teilt Anton Dohrn in der Stettin. Entom. Zeit. 1866. S. 463—464 mit.

Die Faltung der Flügel.

Die Flügel vieler Insekten sind namentlich in der Ruhelage der Länge oder der Quere nach gefaltet, umgeschlagen oder gleichsam zusammengeknittert, und werden ausgebreitet, sobald sie zum Fliegen benutzt werden. Nun finden sich aber bei fast allen geflügelten Insekten

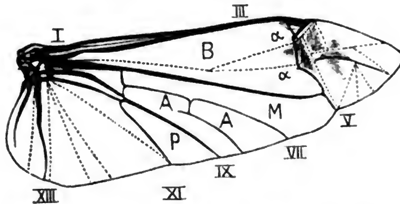


Fig. 164. Flügel eines Käfers, *Cerambyx cerdo*. Orig. Bezeichnung wie in Fig. 159. Die punktierten Linien zeigen die Faltung des Flügels in der Ruhehaltung an. Bei *α* ein Knie, weil sich hier ursprünglich eine Zweigader anschloss.

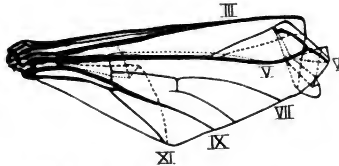


Fig. 165. Der gleiche Flügel wie in Fig. 164. Orig. Der Flügel, wie er zusammengefaltet unter der Flügeldecke liegt. Die punktierten Linien zeigen die Grenzen der umgeschlagenen und eingefalteten Flügelteile an.

auf den Flügeln permanente Linien und Längsfalten, (S. 251). Diese primäre Faltung, welche mit der Bildung des Geäders zusammenhängt, beschäftigt uns hier nicht, vielmehr ist es die auf einem Nützlichkeitsprinzip beruhende sekundäre Faltung, welche wir hier betrachten wollen. Die Flügel der Käfer sind meist länger und breiter als die Flügeldecken und zeigen diese Faltung sehr gut. In der Ruhe werden sie nämlich teilweise der Länge und der Quere nach zusammen-

gelegt, namentlich am Ende und hinten, und finden vollkommenen Schutz unter den Flügeldecken, so dass bei geschlossenen Decken nichts von ihnen zu sehen ist. Vergl. Fig. 164 und 165. Mit der Faltung steht das Knickungsmal im vorderen Drittel des Flügels in der Nähe des Vorderrandes in Verbindung. Die Unterbrechung der schrägen, queren und rücklaufenden Adern ist nur eine Folge der Knickung bei der Faltung. Die Längsfaltung des Käferflügels findet im Verlaufe der gegabelten Faltenlinie des Brachialfeldes (B) statt, in der Weise, dass die Ader V sich gegen dieses Feld etwas vorschiebt und das zwischen der Gabel liegende Stück eingeschlagen wird. Damit ist die Einfaltung des Spitzenteiles der Flügel verbunden. Das Umschlagen des Analfeldes, wobei mehrere Falten entstehen können, ist eine unmittelbare Folge des Zurücklegens des Flügels in die Ruhehaltung. Bei vielen Käfern sind die Flügel nur einmal, bei anderen (Curculioniden, Staphyliniden u. a.) doppelt quer gefaltet. In Folge der Quer- und Längsfaltung des Flügels sind Teilungsstellen im Geäder entstanden (S. 251). Das Analfeld ist nach unten umgeschlagen.

Heer unterscheidet nach der Flügelfaltung unter den Coleopteren drei Gruppen:

1. Geradläufige Flügel. Die Flügel sind gerade, nicht gebrochen und ohne Querfalten; z. B. bei *Molorchus, Atractocerus, Lycus.*
2. Gegenläufige Flügelfaltung. Die Flügel sind gebrochen, und zwar ohne Einfaltung; das untere Flügelstück ist nach oben gerichtet und wird mehr oder weniger vollständig von dem oberen zugedeckt; die Flügel sind doppelt gebrochen. Beispiele: *Trichopteryx, Scaphidium, Catops, Calandra, Cionus, Chlorophanus, Sitones.*
3. Querläufige Flügelfaltung. Die Flügel sind gebrochen und an dieser Stelle mit einer Einfaltung versehen. Der äussere Rand des vorderen Flügelstückes bildet mit dem hinteren mehr oder weniger einen rechten oder auch einen spitzen Winkel. Beispiele: *Melolontha, Oryctes, Elater, Calosoma, Cicindela, Staphylinus.*

Eine merkwürdige, und zwar dreifache Faltung zeigen die fächerförmigen Hinterflügel der Forficuliden. Zuerst wird der Flügel fächerartig zusammengelegt, und zugleich der Spitzenteil desselben gegen die Flügelwurzel umgeschlagen; schliesslich wird der schon so weit zusammengeklappte Flügel nochmals nach unten umgeschlagen und gleichzeitig der Spitzenteil der Länge nach eingefaltet. Das auf diese Weise gebildete sehr kurze Päckchen, als welches jeder der beiden Flügel erscheint, findet vollständig unter den sehr kurzen Flügeldecken Platz. Eine genaue Beschreibung der Faltung des Forficulidenflügels findet sich bei J. Redtenbacher S. 164—165.

Fächerförmig zusammengefaltet werden auch die Hinterflügel der Orthopteren, wobei die Einfaltung zum grossen Teil im Ver-

laufe der primären Faltung des Flügels, also im Verlaufe der konkaven Adern (Fig. 156) stattfindet.

Bei den Wespen (Vespidae) sind die Vorderflügel zweimal der Länge nach gefaltet, aber an den Hinterflügeln ist nur das Analfeld umgeschlagen. Bei den Siriciden und Ichneumoniden ist der hintere Flügelteil aufwärts gewendet.

Bei den Lepidopteren ist das Analfeld der Hinterflügel meist nach unten umgeschlagen, so dass es, an beiden Flügeln zusammengenommen, eine kleine Rinne bildet, in welcher der Hinterleib liegt. Auch bei den Trichopteren ist dasselbe der Fall. Die Noctuiden zeigen eine mehrfache Längsfaltung der breiten Hinterflügel. Bei manchen Microlepidopteren (Crambiden) sind die Flügel in der Ruhe umgerollt.

Wie bei den Coleopteren, so wird auch bei den Hemipteren das Analfeld der Hinterflügel nach unten umgeschlagen.

Eine blosse Längsfaltung finden wir bei den Strepsipteren und bei *Atractocerus* unter den Käfern; beinahe auch bei den Buprestiden, doch wird hier die Flügelspitze etwas eingebogen, so dass eine strenge Scheidung zwischen querläufiger und geradläufiger Faltung unmöglich gemacht ist (Redtenbacher).

Keine sekundäre Faltung kommt an den Flügeln der Libelluliden, Panorpiden und Dipteren vor. Doch ist bei vielen Angehörigen der letzten Ordnung der hinterste Lappen am Analteil des Flügels durch eine tiefe Einknickung von der Flügelfläche abgesondert (S. 246).

Die Ursache der Faltung der Flügel ist hauptsächlich in der Zweckmässigkeit für die Lage und Haltung derselben während der Ruhe des Insekts zu suchen.

Die Lage und Haltung der Flügel während der Ruhe und die Entfaltung beim Auffliegen.

Gewöhnlich werden die Flügel, während das Insekt auf einer Unterlage ruhend verweilt, an den Körper gelegt, in der Weise, dass die oberen die unteren Flügel bedecken. Sie können dabei etwas vom Körper abstehen, oder an die Seiten des Körpers gedrückt werden, oder dem Rücken aufliegen. Ein ruhender Nachtschmetterling aus den Familien der Noctuiden oder der Bombyciden, eine Biene oder Fliege veranschaulichen diese Art der Haltung. Manche Insekten sitzen aber mit ausgebreiteten Flügeln da, z. B. die meisten Libelluliden und gewisse Nachtschmetterlinge (Geometriden). Aber mit hoch aufgerichteten und zusammengeschlagenen Flügeln sitzen die Tagschmetterlinge und manche Libelluliden (*Agrion, Calopteryx*).

Leicht entfaltbar sind die Flügel derjenigen Insekten, deren Vorderflügel die flugtüchtigsten sind, z. B. diejenigen der Hymenopteren und Lepidopteren, oder welche nur Vorderflügel besitzen

(Dipteren); schwieriger entfaltbar, wenn hauptsächlich oder allein die Hinterflügel dem Fluge dienen (Hemipteren, Orthopteren, Coleopteren). Eine Mittelstufe nehmen die Neuropteren ein. Und die Libellen fliegen leicht auf, da ihre Flügel auch während der Ruhe entfaltet sind.

Die Gelenkverbindung des Flügels mit der Brust.

Die Gelenkverbindung des in der Ruhe zusammengefalteten und anliegenden Insektenflügels (Fig. 151) ist eine ziemlich complizierte Einrichtung; oder vielmehr sie erscheint so wegen der Anzahl der am Grunde des Flügels zusammentreffenden Adern und der vielen als Gelenkteile erscheinenden Chitinplättchen und Bänder. Hauptsächlich ist es ein an der vorderen Einlenkungsstelle des Flügels festsitzender Gelenkknopf, an welchem sich die am Grunde verdickte Armader (III) zusammen mit der hier mit ihr verbundenen Vorderrandader (I) dreht. Unterhalb des Gelenkknopfes bildet der Grund des Flügels in enger Umgrenzung eine Einsenkung, an deren Rande einzelne Chitinbändchen und Plättchen, welche aber nicht festsitzen, gleichfalls ein Gelenk mit den übrigen hier ansetzenden Adern bilden. Das hinterste dieser Chitinbänder ist ziemlich kräftig, sitzt mit seinem breiten Ende an der Brustseite und unterstützt mit Hilfe eines Muskels die Spannung des entfalteten Flügels.

Ein stets ausgebreiteter Flügel, wie z. B. bei den meisten Schmetterlingen und bei den Libellen, bedarf nicht der ganzen eben beschriebenen Gelenkeinrichtung. Diese beschränkt sich hier auf die Gelenke, weil die Spannung schon in dem Flügelbau gegeben ist. Dasselbe gilt von den Flügeldecken.

Verkümmerte Flügel oder Flügellosigkeit mancher Insekten.

Ausnahmen von der Regel finden wir überall; sie sind die Folge von der Vielseitigkeit der Lebensverhältnisse. Es ist aus diesem Grunde zu erwarten, dass der vornehmste Charakter eines fertigen Insekts, der Besitz von Flugwerkzeugen ausnahmsweise nicht vorhanden sein kann. Finden wir dieselbe Erscheinung nicht auch bei den Vögeln, welche mit den Insekten hinsichtlich der Bewegungsfähigkeit im Raume so grosse Uebereinstimmung zeigen?

Es giebt Verhältnisse, welche die Fortbewegung durch den Luftraum überflüssig und den Besitz von Flügeln unnötig machen. Und die Natur ist zu einem Entgegenkommen wohl stets bereit, nicht urplötzlich, aber allmählich.

1. In manchen Fällen ist es nur das weibliche Insekt, welches keine Flügel besitzt, fast bewegungslos verborgen sitzt und das im Gegenteil ruhelose Männchen zu sich kommen lässt. Es ist daher nicht sonderbar, dass jenes der Flügel entbehren kann. Die

kurze Spanne Zeit, die es lebt, ist fast nur mit dem Fortpflanzungsgeschäft ausgefüllt, und die Geschlechter finden sich, da das Männchen einen guten Spürsinn als Erbteil mitbekommen hat.

2. In anderen Fällen bedarf das Insekt deswegen nicht mehr der Flügel, weil es eine beträchtliche Springfähigkeit erworben hat.

3. Auch das Schmarotzerleben ist von Flügellosigkeit begleitet; denn ein Schmarotzerinsekt braucht nicht nach Nahrung auszufliegen; es freut sich nicht des Sonnenlichts und des Spiels in den Lüften mit seinesgleichen; auch haben die Geschlechter nicht nötig, sich im Flügeltanze aufzusuchen, denn diese Sorte von Insekten bleibt dort, wo sie auf Kosten des Wirtes schmausen, abseits vom Wege, wie es bei echten Parasiten Brauch ist. Schmarotzerinsekten weichen daher auch in ihrem ganzen Aussehen von ihrer nächsten Verwandtschaft ab, vor allem durch den Mangel der Flügel.

4. Ferner bedürfen manche stets am Erdboden sich aufhaltende und schnell laufende Insekten nicht der Flügel.

5. Ueberflüssig und sogar gefährlich werden die Flügel denjenigen Insekten, welche auf mitten im Ozean liegenden Inseln oder am Meeresstrande heimaten. Dasselbe gilt von den im Hochgebirge lebenden Insekten. Der Sturm würde sie forttreiben.

6. Bei manchen sozialen Insekten sind solche Formen flügellos, welchen nur die Arbeit obliegt.

7. Flügel fehlen allen blinden Insekten, da sie damit doch nichts anzufangen wüssten.

8. Auch träge am Boden lebende Pflanzenfresser entbehren der Flügel.

9. Flügelmangel kann durch Behendigkeit im Klettern und Schwingen ersetzt werden.

10. Beschränkt sich unter Umständen das männliche Insekt auf eine sehr eingezogene oder abhängige Lebensweise, so kann dieses völlig flügellos, das weibliche aber geflügelt sein.

Beispiele zu 1. finden sich unter den Schmetterlingen (Bombycidae: *Orgyia, Psyche, Epichnopteryx, Fumea, Oeceticus, Thyridopteryx, Heterogynis;* — Geometridae: z. T. mit verkümmerten, stummelartigen Flügeln, nämlich *Hybernia, Lignyoptera, Phigalia, Anisopteryx, Cheimatobia)*; unter den Käfern (*Lampyris, Pachypus*, welchen nicht nur die Flügel, sondern auch die Flügeldecken fehlen); unter den Strepsipteren alle Arten *(Stylops, Xenos)*; unter den Rhynchoten die Cocciden (*Coccus Dorthesia, Aspidiotus* usw.).

Uebrigens sind auch die Weibchen mancher Hymenopteren; z. B. vieler Mutilliden (*Mutilla, Scotaena, Thynnus* u. a.) ungeflügelt, aber lebhafter als die eben genannten Insekten.

Zu 2. Hierher gehören die Flöhe (*Pulex* etc.); dann viele Gattungen der Heuschrecken, Locustidae und Acridiidae (*Phalangopsis, Hetrodes, Myrmecophila* u. a.). Dagegen giebt es auch flügellose Heuschrecken, welche nicht springen können, z. B. *Callimenus dasypus* Ill.

Zu 3. Von Schmarotzerinsekten sind namentlich zu nennen die Läuse (Pediculidae), Pelzfresser (Mallophaga), Lausfliegen (Hippoboscidae), Fledermausfliegen (Nycteribiidae), Bienenläuse (Braulidae). Bei den Hippoboscidae sind die Flügel nur verkümmert und zuweilen hinfällig, z. B. bei *Lipoptena*.

Zu 4. Die bekanntesten solcher Erdläufer sind die Arten von *Carabus, Cychrus, Anthia, Helluo, Tefflus* u. a. Carabiden, und von den Cicindeliden nur einige ausländische Gattungen (*Manticora, Platychile, Omus, Agrius, Dromica* etc). Von Höhlenbewohnern ist *Anophthalmus* zu nennen. Allen diesen Käfern fehlen die Flügel, aber Flügeldecken sind bei ihnen immer vorhanden. Ferner ist Boreus hiemalis, ein Panorpide, zu nennen. Auch *Aenigmatias blattoides*, eine flügellose Fliege, mag hier angeführt werden (Meinert, Entomol. Medd. 1890).

Zu 5. Solche Insekten sind die in der höheren Alpenregion lebenden Arten von *Podistra, Nebria*. Von den 31 Arthropoden, welche Heer aus den Hochalpen aufführt, sind die meisten ungeflügelt.

Ebenso sind z. B. die Fliegen (Diptera) der Kergueleninsel, Südgeorgien usw. mit rudimentierten Flügeln versehen oder flügellos. Alle 20 auf der Kergueleninsel von Professor Studer gesammelten Insektenarten, worunter sich 6 Arten Dipteren, 1 Lepidopteron und 6 Coleopteren befinden, sind flügellos. H. v. Kiesenwetter und Kirsch, welche die von Krone auf der südlich von Neuseeland gelegenen Aucklandsinsel gesammelten Coleopteren bearbeitet haben, sagen fast nichts von den Flügeln; nur bei *Omalium albipenne* heisst es, dass diese Art unvollständige Flügel habe. Und es ist aus Analogie anzunehmen, dass auch die beiden aufgeführten Arten von *Oopterus* flügellos sind. Und die Aehnlichkeit dieser Insel mit der Kergueleninsel in geographischer und physikalischer Beziehung lässt auch auf die Flügellosigkeit der übrigen Aucklandkäfer schliessen.

Zu 6. Die Soldaten und Arbeiterinnen von *Termes* und die Arbeiterinnen der Formiciden sind ungeflügelt.

Zu 7. Wegen dieses Punktes ist auf S. 163—169 dieses Buches zu verweisen.

Zu 8. Zahlreiche und sogar die meisten Arten der Familien Tenebrionidae und Curculionidae sind flügellos; ebenso eine Anzahl Chrysomeliden, namentlich die Arten von Timarcha und mehrere von *Chrysomela*, z. B. *vernalis* und *coerulea*.

Zu 9. Der flügellose, aber langbeinige *Bittacus apterus* Californiens lebt auf freien Grasplätzen und schwingt sich affenartig von Halm zu Halm, Jagd auf Insekten (*Tipula*) machend. (Osten-Sacken, Wiener Ent. Zeitung. 1882. S. 123.)

Zu 10. Die männlichen, innerhalb der Fruchtstände der Feigen sich aufhaltenden Feigeninsekten (*Blastophaga*) sind ungeflügelt; die die Befruchtung vermittelnden und von Baum zu Baum fliegenden Weibchen könnten der Flügel nicht entbehren. Dagegen besitzen die Männ-

chen einiger ostindischer Feigeninsektenarten, z. B. *Sycobiella saundersii* und *Sycoscapter insignis*, an Stelle der Flügel am Mesothorax einen gegliederten Anhang in Form eines borstenförmigen Fühlers; das Männchen von *Sycoscaptella 4-setosa* auch ein Paar solcher Filamente am Metathorax (Westwood). Von *Anergates*, einer Gattung sklavenhaltender Ameisen giebt es nur Männchen und Weibchen; die Stelle der Arbeiterinnen vertreten Arbeiterinnen von *Tetramorium caespitum*. Die Männchen von *Anergates* sind ungeflügelt. Dasselbe gilt noch von anderen Hymenopteren.

Noch manche andere Fälle von Flügellosigkeit kommen vor; ihre Deutung aus der Lebensweise ist nicht immer leicht. So z. B. beschrieb Riley (Transact. St. Louis Acad. Science. Vol. III. 1877, S. 20—21) eine kleine in beiden Geschlechtern ungeflügelte Meloide, *Hornia minutipennis*, welche ihre Entwicklung in den Zellen einer Blumenwespe (*Anthophora sponsa)* durchmacht. Die sehr kurzen Flügeldecken sind halb durchsichtig und erreichen den ersten Hinterleibsring, aber die rudimentären Hinterflügel sind noch kleiner.

Unlust vieler Insekten zum Fliegen.

Es ist allerdings richtig, dass die Insekten zu jenen glücklichen Lebewesen gehören, welche nach Belieben die Erdscholle verlassen und sich in die Lüfte emporschwingen oder, wenn sie wollen, mit Hilfe von Bewegungswerkzeugen geringerer Güte die einfache Bewegungsart der übrigen Kleintiere üben. Doch giebt es Ausnahmen. Zahlreiche Insekten gedenken gar nicht ihres Vorzuges und benutzen ihn nicht; viele von ihnen verloren daher ihre Flugorgane, ohne Zweifel durch allmähliche Verkümmerung, dem Naturgesetze getreu, dass Nichtgebrauch eines Organes und einer Fähigkeit den schliesslichen Verlust derselben im Gefolge hat. Im vorigen Abschnitt ist das an mehreren Beispielen gezeigt.

Es giebt manche Insekten, welche gut ausgebildete Flügel besitzen, aber selten oder gar nicht fliegen, dafür aber um so besser zu laufen vermögen. So sehen wir an Zäunen zuweilen Kleinschmetterlinge hurtig und mit grosser Geschicklichkeit mit Hilfe ihrer Füsse sich bewegen. Es sind Arten der Gattungen *Nepticula* und *Gelechia*. Sie entrinnen leicht, ohne die Flügel zu gebrauchen. Stainton teilt darüber Näheres mit in seiner „Natural History of the Tineina" (Vol. I. S. 5). — Dasselbe gilt von manchen Eulenschmetterlingen, z. B. *Amphipyra*-Arten, welche mehr als vollkommene Lauftiere, denn als Flugtiere zu betrachten sind. In ihren Bewegungen erinnern sie an die hurtigen Küchenschaben. Dr. Loeb benutzte diese Schmetterlinge als Objekte zu seinen Untersuchungen über den „Heliotropismus der Tiere". (1890. S. 26.)

Eine Bevorzugung der Beine bei der Fortbewegung nehmen wir häufig bei Insekten wahr, vor allen bei den Käfern (ausgenommen die Cicindelen, Buprestiden u. a.) und Orthopteren; am wenigsten bei den Insekten, welche ihre Flügel leicht entfalten oder sie stets entfaltet tragen, also bei den Lepidopteren, Dipteren, Hymenopteren und Libellen. Wir kommen daher zu dem Schluss, dass die stets bereiten Flieger grösstenteils unter den vollkommensten Insekten zu suchen sind. In der That gehen bei diesen die Füsse z. T. sogar einer Verkümmerung entgegen; denn die Vorderbeine der meisten Tagschmetterlinge erscheinen in einem oder in beiden Geschlechtern verstümmelt.

Litteratur.

Jurine, L., Nouvelle méthode de classer les Hyménoptères et les Diptères. Genève, 1807. 4. T. I. 319 S. 14 Taf.

—, —, Observations sur les ailes des Hyménoptères. (Mém. acad. Turin. 1920. T. 24. S. 177—214.)

Chabrier, J., Essai sur le vol des insectes. (Mém. du Mus. d'Histoire natur. 1820, Bd. 6, S. 410—476; 1821, Bd. 7, S. 297—372; 1822, Bd. 8, S. 47—99, 349—403.) — Separat mit 328 S. u. 13 Taf.

Deschamps, B., Recherches microscopiques sur l'organisation des élytres des Coléoptères. (Ann. scienc. nat. sér. 3. T. 3. 1845. S. 354—363.)

Latreille, P. A., De quelques appendices particuliers du thorax de divers Insectes. (Mém. du Mus. d'Hist. nat. 1821. T. 7. S. 1—21. S. 354—363.)

—, —, De la formation des ailes des Insectes. (in: Mémoire sur divers sujets de l'histoire naturelle des Insectes etc. Paris, 1819. Fasc. 8.)

Lefebure, A., Communication verbale sur la ptérologie des Lépidoptères. Mit 3 Taf. (Annal. Soc. Ent. France. 1842. T. 1. S. 5—35. — Revue Zool. Paris, 1842. S. 52—58. Mit 1 Taf.)

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. Bd. 1. 1832. S. 96—106, 263—267, 494—505.

—, —, Untersuchungen über die Flügeltypen der Coleopteren. (Abhandl. d. naturf. Ges. Halle. 1854. Bd. 2. S. 125—140. 1 Taf.)

Heer, Oswald, Die Insektenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und Radaboj. 1847. 1. Teil, S. 75—94.

Romand, B. E. de, Tableau de l'aile supérieure des Hyménoptères. 1 Taf. 2 Bl. Paris, 1839. (Revue Zool. 1839. T. 2. S. 339; — Bericht von Erichson für 1839, S. 54—56.)

Westwood, J. O., Notes on the Wing Veins of Insects. (Trans. Ent. Soc. London. Ser. 2. T. 4. 1857. S. 60—64.)

Kirby, W., und W. Spence, Einleitung in die Entomologie. Deutsche Ausg. 2. Bd. S. 389—407; — 3. Bd. 1827, S. 625—690.

Schiner, J. R., Ueber das Flügelgeäder der Dipteren. (Verhdl. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. 1864. S. 193—200. Mit 1 Taf.)

Newman, E., Memorandum on the Wing-Rays of Insects. (Trans. Ent. Soc. London. Ser. 2. T. 3. 1855. S. 225—231.)

Lucas, H., Note sur les caractères que l'on peut tirer du développement des organes du vol pour distinguer l'état parfait ou non parfait des espèces composant le genre Eremiaphila. (Ann. Soc. Ent. France. Sér. 3. T. 5. 1857, S. 321—327.)

Loew, H., Die Schwinger der Dipteren. (Berlin. Entom. Zeitschr. 1858. S. 225—230.)

Hagen, H. A., Ueber rationelle Benennung des Geäders in den Flügeln der Insekten. Mit 1 Taf. (Stettin. Ent. Zeitung. 1870. 31. Bd. S. 316—320.)

—, —, Kurze Bemerkungen über das Flügelgeäder der Insekten. (Wiener Entom. Zeit. 1886. 5. Bd. S. 311—312.)

Hofmann, Georg v., Ueber die morphologische Deutung der Insektenflügel. (Jahresber. d. akad.-naturwiss. Vereins. Graz. 5. Jahrg. 1879. S. 63—68.)

Plateau, F., L'aile des insectes. (Journal d. Zool. T. 2. 1873. S. 126—137.)

—, —, Qu'est-ce que l'aile d'un insecte? Mit 1 Taf. (Stett. Ent. Zeit. Jahrg. 32. 1871. S. 33—42.)

Katter, F., Ueber Insekten-, speziell Schmetterlingsflügel. (Entom. Nachr. 4. Jahrg. 1878. S. 279—281, 293—298, 304—309, 321—323.)

Roger, Otto, Das Flügelgeäder der Käfer. Erlangen, 1875. 90 S.

Rade, E., Die westfälischen Donacien und ihre nächsten Verwandten. Mit 3 Tafeln Flügelzeichnungen. (Vierter Jahresber. d. westfäl. Prov.-Vereins f. Wiss. u. Kunst. Münster, 1876. S. 52—87. Flügel S. 61—68.)

Graber, Vitus, Die Insekten. I. Teil, S. 183—221: Flugorgane.

Saussure, H. de, Études sur l'Aile des Orthoptères. (Ann. scienc. natur. 6. sér., T. X.)

Comstock, J. H., On the Homologies of the Wingveins of Insects. (American Naturalist. Vol. 21. S. 932—934.)

Kolbe, H. J., Das Flügelgeäder der Psociden und seine systematische Bedeutung. (Stettin. Entom. Zeitung. 1880. S. 179—186. Mit 1 Taf.)

—, —, Die Zwischenräume zwischen den Punktstreifen der punktiertgestreiften Flügeldecken der Coleoptera als rudimentäre Rippen aufgefasst. (Jahresber. zool. Sektion d. Westfäl. Prov.-Ver. f. Wiss. u. Kunst. Münster 1886. S. 57- 59. Mit 1 Taf.)

—, —, Beitrag zur Systematik der Lepidoptera. (Berlin. Entom. Zeitschr. 27. Bd. 1883. S. 217—224.)

Adolph, G. E., Ueber Insektenflügel. Mit 6 Taf. (Nova Acta Leop.-Carol. deutschen Acad. d. Naturf. Bd. 41. 2. 1880. S. 213—291.) — Zool. Anz. 1881. S. 187—188.

—, —, Ueber abnorme Zellenbildungen einiger Hymenopterenflügel. (Ebenda, S. 293—328. Mit 1 Taf.)

Adolph, G. E., Ueber das Flügelgeäder des *Lasius umbratus* Nyl. (Verh. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande und Westfalens. 37. Bd. 1. 1880. S. 35—53. Mit 1 Taf.)

—, —, Zur Morphologie der Hymenopterenflügel. (Nova Acta Leop.-Carol. Acad. d. Naturf. 46. Bd. 1883. S. 43—132. Mit 6 Taf.)

—, —, Die Dipterenflügel, ihr Schema und ihre Ableitung. (Ebenda. 47. Bd. 1884. S. 271—314. Mit 4 Taf.) Vorläufige Mitteilung darüber in: Zool. Anz. 5. Jahrg. 1882. S. 609—610.

—, —, Ueber die Aderung der Flügeldecken der Käfer. (Zool. Anz. 1889. S. 487—488.)

Brauer, F., Ansichten über die paläozoischen Insekten und deren Deutung. (Annal. d. k. k. naturhist. Mus. Wien. Bd. I, 1886. S. 86—126. Mit 2 Taf.)

Brauer, F., und J. Redtenbacher, Ein Beitrag zur Entwicklung des Flügelgeäders der Insekten. (Zool. Anz. 1888. S. 443—447.)

Redtenbacher, J., Vergleichende Studien über das Flügelgeäder der Insekten. Mit 12 lith. Taf. (Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseums zu Wien. 1886. Bd. I. S. 153—231.)

Poppius, Dr. Alfred, Ueber das Flügelgeäder der finnischen Dendrometriden. Mit 1 Taf. (Berl. Entom. Zeitschr. 1888. S. 17—28.)

Schoch, G., Miscellanea entomologica. I. Das Geäder des Insektenflügels. II. Prolegomena zur Fauna dipterorum Helvetiae. (Wissenschaftl. Beilage z. Programm d. Kantonsschule Zürich. 1889. 4°. 40 S.)

Poujade, G. A., Note sur les Attitudes des Insectes pendant le vol. (Ann. Soc. Ent. France. 1884. 6. sér. IV. S. 197—200. Mit 1 Taf.)

Lee, A. Bolles, Les balanciers des Diptères, leurs organes sensifères et leurs histologie. (Recueil zool. Suisse. Tome 2. 1885. S. 363—392. 1 Taf.)

Jordan, R. C. R., On the European Species of Lepidoptera with apterous or subapterous femals. (Entom. Monthly Mag. Vol. 20. 1884. S. 219—221.)

Loew, H., Die europäischen *Tipula*-Arten, deren Weibchen verkümmerte Flügel haben. (Wiener Entom. Monatsschr. 8. Bd. 1864. S. 120—128.)

Westwood, J. O., Descriptions of some minute Hymenopterous Insects. (Transact. Linn. Soc. 1878. Ser. 2. Vol. 1. S. 583 bis 593. 1 Taf.)

Meinert, Fr., Aenigmatias blattoides, Dipteron novum apterum. Mit 1 Taf. (Entomol. Meddel. 1890. 2 Bd. 5. Hft. S. 1—14.)

Bonsdorff, A. von, Ueber die Ableitung der Skulpturverhältnisse bei den Deckflügeln der Coleopteren. (Zoolog. Anz. 1890. 13. Jahrg. S. 342—346.)

---

k. Die Beine.

Die Beine gehören zu jenen Locomotionsorganen oder Werkzeugen der Fortbewegung, welche eine weite Verbreitung in der Tierwelt haben. Trotzdem kommen sie unter den wirbellosen Tieren nur bei den Gliederfüssern (Crustaceen, Arachniden, Myriopoden und Insekten) vor, fehlen demnach den zahlreichen übrigen niederen Tieren (Würmern, Mollusken, Bryozoen, Tunikaten, Echinodermen, Zoophyten, Infusorien und Rhizopoden). Aber auch diese besitzen z. T., sofern sie überhaupt sich bewegen, Locomotionsorgane in Form von ungegliederten Fussstummeln, Saugnäpfen, eines lappenförmigen oder fussförmigen Anhangs, flossenartigen Anhängen, Borsten, peitschenförmigen Fäden, Flimmerhaaren usw. Manche bewegen sich schmetterlingsartig durch Auf- und Zuklappen zweier Schalen, welche den Körper umgeben, durch das Wasser; andere durch Ausdehnen und Zusammenziehen oder Zusammenklappen der mantelförmigen Körperhülle; noch andere durch schlängelnde oder kriechende Bewegung des dünnen und langen anhanglosen Körpers. Dieser Mannigfaltigkeit der Bewegungsorgane steht die einheitliche und in sich abgeschlossene Ausbildung derelben bei der grossen Masse der Gliederfüsser gegenüber, welche schon auf Grund dieser allgemeinen Durchführung eines von der Natur gleichsam erstrebten Organisationsplanes sich als die höchste Stufe der niederen Tierwelt erweisen. Zu den Beinen kommen bei den Insekten ausserdem noch die gleichfalls im Grunde einheitlich durchgeführten Flügel hinzu.

Jedoch fehlt es nicht an Formen, welche anscheinend einen Rückschlag auf unvollkommenere Vorfahren repräsentieren, in Wirklichkeit aber nur infolge schmarotzender Lebensweise eine Rückbildung oder Verkümmerung erfahren haben. Die Larven vieler Insekten stehen hinsichtlich der Bewegungsorgane in manchen Fällen auf der niedrigen Stufe gewisser eben erwähnter Tierabteilungen.

Merkwürdig sind die Beine der Gliederfüsser deswegen, weil sie, nur aus Ausstülpungen der Körperhaut hervorgegangen, in ihrer Bildung so sehr verschieden sind von den entsprechenden Bewegungswerkzeugen der Wirbeltiere, mit denen sie hinsichtlich der Mechanik trotzdem merklich übereinstimmen.

Zum Rumpfe haben die Beine eine schräge Stellung, was für das Gleichgewicht des Körpers notwendig ist. Infolge dieser Stellung der Beine befindet sich der letztere in einem stabilen Gleichgewicht. Hiermit steht auch die Sechszahl der Beine in Beziehung. Wie überhaupt schon die Beschränkung der Beine auf den Mittelkörper mit diesem Zwecke in Einklang steht (S. 100 dieses Buches), so ist die allgemein vorhandene Zahl von sechs Beinen die kleinste, welche noch den Anforderungen des Gleichsgewichts während der Bewegung genügt. Wenn sich ein Insekt vermittelst der Beine vorwärts

bewegt, werden abwechselnd stets drei Beine in Dreieckstellung auf die Unterlage gesetzt und drei Beine gehoben; denn bei jedem Schritt müssen stets mindestens drei Beine den gestreckten Körper im stabilen Gleichgewicht halten. Vergl. auch Dahl S. 4.

Hinsichtlich der Länge und des Längenverhältnisses der Beine kommen die grössten Verschiedenheiten vor. Bei den meisten Insekten sind die Vorderbeine die kürzesten, bei anderen (z. B. Rüsselkäfern, Curculionidae) die Mittelbeine. Die Hinterbeine sind gewöhnlich die längsten, aber bei den Gyriniden gleich den Mittelbeinen kürzer als die Vorderbeine. Diese erreichen eine bedeutende Länge und übertreffen die Mittel- und die Hinterbeine bei *Acrocinus longimanus* (Bockkäfer), *Euchirus longimanus* (Blatthornkäfer), bei einigen Clytrinen (Blattkäfer) und den Gyriniden (Drehkäfern). Der Zweck dieser Längenunterschiede ist nur teilweise ersichtlich; nicht bei den ersteren, wohl aber bei den zuletzt genannten Käfern; denn diesen dienen die langen Vorderbeine als Greifarme bei der Jagd auf Beutetiere. Bei jenen pflanzenfressenden oder saftschlürfenden Käfern ist diese Gebrauchsweise ausgeschlossen.

Bei wenigen Insekten sind die Mittelbeine die längsten, z. B. bei *Halobates;* sie werden beim Schwimmen gebraucht.

Die Gliederung der Insektenbeine.

An einem Insektenbeine unterscheiden wir fünf Teile (Fig. 166), nämlich:

1. die Hüfte (Hüftglied, coxa), h;
2. den Schenkelring (trochanter), tr;
3. den Schenkel (femur), f;
4. die Schiene (tibia), tb;
5. den Fuss (tarsus), ts, der an sich meist wieder aus kleineren Gliedern besteht.

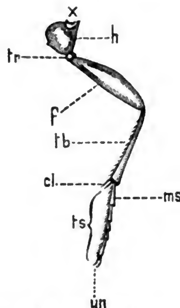


Fig. 166. Mittelbein eines Laufkäfers, *Carabus violaceus*. Orig.
h, Hüfte; x, Anheftungsstelle derselben; tr, Schenkelring; f, Schenkel; tb, Schiene; cl, die beiden Endsporen derselben; ts, Fuss, welcher aus fünf Gliedern besteht, deren erstes, ms, als Fersenglied bezeichnet wird; un, die Krallen.

Durch diese Gliederung der Beine ist ein Insekt unter Umständen ganz geschickter Bewegungen fähig. Die Hüfte und der Schenkelring, bei vielen Insekten aber nur der letztere, sind als Zwischenglieder anzusehen, welche die Beweglichkeit des Beines am Rumpfe erhöhen. Der Schenkel ist das grösste und kräftigste aller Teile des Beines; schlank erscheint gewöhnlich die Schiene; abweichend davon ist der als Haft- und Stützorgan dienende Fuss gebaut.

Bei der Fortbewegung vermittelst der Beine treten alle echten Insekten mit der Sohle auf.

Schiödte unterscheidet unter den Gliederfüssern hinsichtlich des Aufsetzens des Fusses beim Gehen die drei folgenden Typen:

1. Die Digitigraden, welche beim Gehen und Laufen mit der Spitze des Fusses auftreten (Arachniden);
2. Die Unguligraden, welche sich auf die Kralle an der Spitze des Fusses stützen (Crustaceen, Myriopoden, Thysanuren, Siphunculaten und alle Insektenlarven mit vollkommener Verwandlung).
3. Die Plantigraden (Sohlengänger), welche mit dem ganzen Fuss (Tarsus) auftreten (alle eigentlichen Insekten).

Die Füsse der Plantigraden sind an der Sohle mit nach aussen gerichteten Haaren bekleidet, welche das Ausgleiten verhindern sollen. Diese Haare genügen den gehenden Insekten; die laufenden sind obendrein mit Sporen an den Schienen ausgerüstet, welche eine feste Stütze auf dem Boden bieten.

Die eben aufgezählten Teile eines Insektenbeines finden wir fast durchweg bei allen Angehörigen dieser Tierabteilung im erwachsenen Zustande. Obgleich es nahe liegt, dass die Gleichheit dieser Organe als ein gemeinsames Erbteil von den Vorfahren überkommen ist, so ist doch nicht zu übersehen, dass diese Gliederung auch eben dem gemeinsamen Zwecke entspricht, und dass aus dem gleichen Zwecke die fundamentale Gleichheit herzuleiten ist. Aber die Verschiedenheit in der Ausbildung der Glieder entspricht der im speziellen recht mannigfaltigen Gebrauchsweise. Und wenn diese von dem eigentlichen oder ursprünglichen Zwecke ganz abweicht, so ist damit auch eine Umbildung des Beines oder ein Verlust einzelner Glieder verbunden.

Die Hüften stehen bei zahlreichen Insekten frei vor und sind oft an dem Brustringe ganz beweglich. Bei den meisten Insekten sind sie kurz, bei manchen aber lang und kräftig, z. B. an den Vorderbeinen der Wassermotten (Trichoptera), an allen Beinen der Schmetterlinge (Lepidoptera). Dieselbe Hüftenform finden wir bei den Larven der Coleopteren und Neuropteren. Bei den meisten Käfern sind jedoch die Hüften teilweise in Hüftgruben eingesenkt (siehe unter dem Abschnitte „Gelenkverbindung"). Die Hüften stehen mehr oder weniger weit auseinander oder nahe zusammen.

Bei *Machilis* (Borstenschwanz) trägt das Hüftglied der Mittel- und Hinterbeine einen beweglichen Anhang, den Hüftgriffel (Haase), welcher einem Paare von beweglichen Anhängen an der Unterseite der meisten Hinterleibssegmente gleicht. (Vergl. hinten S. 312).

Zu einer grossen, einen Teil des Hinterleibes bedeckenden Platte sind die Hinterhüften in einigen Käfergattungen (*Haliplus, Clambus, Calyptomerus etc.*) erweitert.

Als ein selbständiges Verbindungsstück zwischen dem Rumpfe und der Hüfte erscheint die Hüftangel (trochantinus) (Fig. 767 trn). Diese befindet sich nach aussen zu am Vorderrande der Hüfte vor

dem Episternum und hat eine grosse Aehnlichkeit mit der Angel (cardo) der Unterkiefer (Fig. 109 II cd, S. 198). Die Hüftangel wird bei den Coleopteren, Rhynchoten und Orthopteren angetroffen; entweder nur an den Hüften der beiden ersten Beinpaare (Coleopteren) oder aller Beine.

Verschieden von der Hüftangel ist das stützende Hüftstück (Fig. 168 fl) an der Hinterseite der Hüften der Lepidopteren, Trichopteren und Panorpaten, welches nicht gelenkig, sondern fest mit der Hüfte verbunden ist, so dass diese aus zwei Stücken zu bestehen oder geteilt zu sein scheint. Es verbindet sich mit dem Epimeron, von dem es ein durch eine Naht getrennter Fortsatz zu sein scheint, während sich die Hüfte an das Episternum ansetzt.

Der gewöhnlich kurze ringförmige Schenkelring (Fig. 166 tr) ist oft einseitig verlängert (Fig. 169 tr); diese Verlängerung ist zuweilen von halber Schenkellänge (manche Carabiden). In manchen Fällen ist der Schenkelring sehr klein (manche Tenebrioniden).

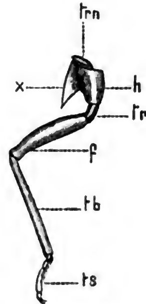


Fig. 167. Rechtes Hinterbein einer Zikade (*Cicada* sp.). Orig. trn, Hüftangel (trochantinus); h, Hüfte; x, zahnförmiger Anhang an der Aussenseite; tr, Schenkelring; f, Schenkel; tb, Schiene; ts, Fuss.

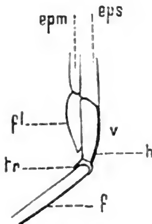


Fig. 168.

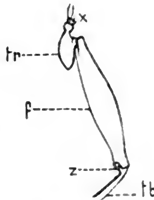


Fig. 169.

Fig. 168. Hüfte des rechten Hinterbeines einer Skorpionsfliege, *Panorpa communis*. Orig.
eps, Unterer Teil des vorderen Seitenstückes der Hinterbrust (episternum); epm, unterer Teil des hinteren Seitenstückes der Hinterbrust (epimerum); h, Hüfte; v, Vorderseite derselben; fl, stützendes Hüftstück; tr, Schenkelring; f, Grundteil des Schenkels.

Fig. 169. Teil eines Hinterbeines eines Laufkäfers, *Carabus violaceus*. Orig.
tr, Einseitig verlängerter Schenkelring; x, Anheftungsstelle, an welcher dieser mit der Hüfte verbunden ist; f, Schenkel; z, unterer Ausschnitt für die Einlenkung der Schiene tb, deren grösserer Teil in der Fig. fortgelassen ist.

Zahlreiche Hymenopteren besitzen zwei Schenkelringe, oder, kurz gesagt, zweifache Trochanteren, im Gegensatze zu den einfachen.

1. Einfach sind die Trochanteren (namentlich der Hinterbeine) der stacheltragenden Hymenopteren (Hym. aculeata), wozu die Apiden, Vespiden, Crabroniden, Pompiliden, Heterogynen, Chrysididen und Formicarier gehören.

Ausnahmen sind einige mit doppeltem Schenkelringe an den Vorder- und Mittelbeinen versehene Gattungen der Crabroniden (*Nysson, Gorytes, Hoplisus, Bembex, Stizus, Philanthus, Trypoxylon, Cemonus, Oxybelus;* weniger deutlich bei *Tachytes, Palarus, Cerceris, Ammophila, Psammophila, Alyson, Psen* und *Mimesa*). Auch bei einigen Vespiden (*Vespa crabro* und *germanica, Eumenes pomiformis, Hoplopus spinipes* und *Symmorphus crassicornis*) ist ein zweiter kleinerer Schenkelring an den Vorder- und Mittelbeinen erkennbar, obwohl er sich hier der Schenkelbasis viel enger anschliesst als bei den genannten Gattungen der Crabroniden. (Gerstaecker, Die Arten der Gattung *Nysson*. S. 19—20.)

2. Zweifach (Fig. 170 tr_1 und tr_2) sind die Trochanteren aller Beinpaare der entomophagen Hymenopteren (Ichneumonidae, Proctotrypidae, Chalcididae, Cynipidae) und der phytophagen Hymenopteren (Tenthredinidae, Uroceridae).

Der zweite Schenkelring ist als eine Abgliederung des Schenkelgrundes anzusehen.

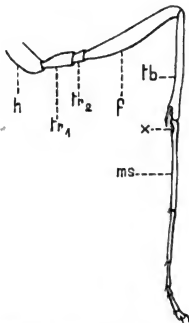


Fig. 170. Vorderbein einer Schlupfwespe, *Ephialtes manifestator* L. Orig. h, Hüfte; tr_1 und tr_2, Schenkelringe; f, Schenkel; tb, Schiene; ms, Fersenglied; x, Reinigungsapparat.

Der Schenkel (Fig. 166 f) ist das grösste und kräftigste der Glieder eines Beines. Warum? Weil in diesem Gliede die Muskeln, welche die hauptsächlichsten Bewegungen des Fusses und das Anstemmen der Schienen besorgen, ihren Sitz haben. Nur jene Insekten, welche sich viel vermittelst der Beine bewegen, haben kräftige Schenkel; am kräftigsten sind sie bei den Springern an den Hinterbeinen entwickelt. Die Form und Länge ist bei den zahlreichen Arten sehr verschieden. Aber eine besondere Auszeichnung oder Ausrüstung finden wir wenig; ein Zahn oder Dorn oder ein Borstenbesatz an der Innenseite kommen mehrfach vor.

Dahingegen ist die Schiene einer mannigfaltigen Ausbildung unterworfen, wohl deswegen, weil sie mehr nach aussen gerichtet ist, vom Körper absteht und daher mehr Spielraum für eine mannigfaltige Bethätigung hat, die thatsächlich auch zur Geltung kommt. Sie ist schwächer gebaut als der Schenkel und meist an dem Ende, wo der Fuss sich ansetzt, verdickt oder verbreitert. Das Endstück ist entweder abgestutzt oder an der Aussenecke zahnförmig oder mit mehr als einem Zahne versehen. Bei manchen Insekten ist das abgestutzte Ende napfförmig vertieft und am Rande mit einem Kranze kurzer

Borsten geziert (körbchenförmig). Innen vor dem Schienenende findet sich bei den Laufkäfern ein tiefer Ausschnitt. Die ganze Schiene ist bei einigen Insekten handförmig, weil sie kurz und mit breiten Randzähnen bewehrt ist. Oder der Aussenrand ist scharf gezähnt. Oder lange Wimperhaare bekleiden die Schiene der ganzen Länge nach. Eine dichte Haarbekleidung oder einfache Randborsten dienen besonderen Zwecken. Weit verbreitet sind Sporen am Ende der Schiene oder vor dem Ende bis zur Mitte hin. Die Sporen sind der Haut eingegliedert, sitzen aber in derselben wie eingekeilt und sind als stark entwickelte Borsten anzusprechen. Sie gleichen also den letzteren sehr, unterscheiden sich aber beträchtlich von ähnlich aussehenden Dornen, welche direkte Fortsätze der harten Chitinhaut sind. Bei vielen Insekten finden sich zwei solcher Sporen, (Fig. 166 cl) bei anderen nur einer oder gar keine. Auffallender Weise finden sich am Ende der Hinterschienen der Locustiden (Heuschrecken) vier Sporen (Fig. 177). Für eine eingehende Uebersicht über die Zahl der Endsporen in den verschiedenen Familien und Gattungen und an den drei Beinpaaren ist der Raum hier zu beschränkt. Bei den Trichopteren (Wassermotten) und vielen Lepidopteren sind an jeder Schiene mehr als ein Paar vorhanden, nämlich ausser den endständigen noch höher hinaufgerückte Sporen, die in vielen Gattungen paarweise eingefügt sind. Sehr eingehender Aufmerksamkeit werden die Sporen der Trichopteren gewürdigt, wie der Leser in Mac Lachlans Werke über die Trichopteren Europas finden kann. Bei manchen Käfern und Schmetterlingen steht ein einzelner Sporn höher an der Schiene. Dass die Sporen den Insekten teils als Stützorgane während der Ruhe, teils beim Gehen, Laufen, Springen usw. verwendet werden, scheint ausgemacht zu sein. Zum Anstemmen dienen den Heuschrecken (Acridiidae, Locustidae) die vier Endsporen der Hinterschienen.

In seltenen Fällen entspringt aus dem Endstück eines der Beinglieder neben der Wurzel des folgenden Gliedes ein zapfenförmiger Anhang. Brauer beschreibt einen solchen von den *Panorpa*-Larven, der am Ende des Schenkels sitzt und die Schiene an der Hinterseite am Grunde umfasst (Verhdl. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. 1863. Bd. XIII, S. 313). Ein ähnlicher Anhang findet sich bei ***Machilis maritima***, aber am Grunde des ersten Fussgliedes, an der Vorderseite, und entspringt aus der Spitze der Schiene (Oudemans, Beiträge z. Kenntnis der Thysanura und Collembola, 1888. S. 154).

Der Fuss.

Den Endteil eines Beines bildet der meist gegliederte Fuss. Die Form der Füsse ist so mannigfaltig, wie der Gebrauch derselben ein verschiedener ist, und nach der Art der Verrichtungen der Füsse richtet sich deren Gestalt. Darnach müssten wir aus der Fussbildung

auf die Gebrauchsweise der betreffenden Füsse schliessen können. Ob es eine neutrale Form unter den Insektenfüssen giebt? Jedenfalls giebt es eine gewöhnliche, einfache Form, nämlich fadenförmige Füsse, und diese sind Gangfüsse, die naturgemäss am häufigsten vorkommen. Von ihnen sind namentlich die Kletterfüsse zu unterscheiden, welche breit sind und meist eine filzige, zum Anhaften geeignete Sohle und stärker gekrümmte Krallen besitzen. Mit solcher Fussform ausgestattete Insekten lieben gewöhnlich auf höheren Gegenständen, z. B. auf Bäumen, Sträuchern, überhaupt auf Pflanzen sich aufzuhalten. Bei manchen Insekten ist mehr die ganze Sohle, bei anderen sind ein oder zwei am Ende des letzten Gliedes befindliche Haftläppchen ausgebildet. Bei vielen Insekten ist die Sohle der einzelnen Glieder beiderseits lappenförmig ausgezogen. Die Krallen dienen zum Anklammern und daher wesentlich gleichfalls zum Klettern. Ueber die verschiedene Form der Füsse der Vorderbeine wird unten mehr mitgeteilt werden. Beachtenswert ist es, dass das letzte oder Krallenglied bei allen Insekten sehr ähnlich ist, und dass nur die Krallen und das Empodium (Haftläppchen, Afterkralle) beträchtlichen Veränderungen unterworfen sind.

Bei den hauptsächlich sich aufs Schwimmen verlegenden Insekten sind die Füsse breit und zusammengedrückt.

Die Spezialkenner einzelner Insektengruppen wissen, wie mannigfaltig eine Hauptform der Füsse bei den zahlreichen Arten ausgebildet sein kann, ohne den Grundcharakter zu verlieren. Fast jede Art hat ihre besondere Fussform. Es sind Massverhältnisse, Mannigfaltigkeit der Form, verschiedene Bekleidung und Ausrüstung, welche oft in bestimmter Weise einer Insektenart als Kennzeichen dienen.

Einige steife kurze Borsten oder Dörnchen finden wir, wenn wir daraufhin Insekten untersuchen, sehr häufig beiderseits am Rande oder an der Unterseite der Füsse. Sie dienen zum Anstemmen während der Ruhepausen.

Das erste, also das auf die Schiene folgende Fussglied, ist bei vielen Insekten länger als die übrigen Fussglieder und wird Fersenglied (metatarsus) genannt. Merkwürdigerweise ist es bei *Dasypogon brevirostris* (Loew, Linnaea Entom. 1847. II. S. 494) im männlichen Geschlecht dreimal so lang als die folgenden Glieder zusammen und zusammengedrückt, im weiblichen Geschlecht aber viel kürzer und nicht zusammengedrückt.

Die Zahl der Fussglieder beträgt ohne Ausnahme höchstens fünf; es giebt fünf-, vier-, drei-, zwei- und eingliedrige Füsse. Die Fussgliederzahl ist an allen sechs Füssen die gleiche oder an den verschiedenen Paaren verschieden. An einem und demselben Fusspaar ist in diesem Falle die Zahl der Glieder jedes Fusses stets dieselbe.

Die Ungleichheit der Gliederzahl an den verschiedenen Fusspaaren wird mit dem Worte „heteromer“ bezeichnet. Eine grosse

Abteilung der Käfer, für welche diese ungleiche Gliederzahl charakteristisch ist, wird deswegen Heteromera genannt; fünf Glieder befinden sich an den Vorder- und Mittelfüssen, vier an den Hinterfüssen, was sich abgekürzt durch 5—5—4 bezeichnen lässt. Heteromere Füsse finden sich vereinzelt auch in anderen Käferabteilungen, und zwar ebenso wie in der Abteilung der Heteromera oder anders z. B. 5—5—4 bei *Agathidium* etc. (Silphidae), bei Acritus (Histeridae);

5—4—4 bei *Colenis* (Silphidae);
4—4—5 oder
4—5—5 bei einigen Aleocharinen (Staphylinidae).

Ausserdem kommt Heteromerität infolge Verkümmerung der Füsse des vorderen Beinpaares vor, namentlich bei manchen Mistkäfern (Familie der Scarabäiden), vielen Tagschmetterlingen (Danaidae, Heliconiidae, Nymphalidae, Satyridae u. a.) und einigen Wasserwanzen (*Naucoris, Nepa, Ranatra, Corisa* u. a.). Vergl. hierzu S. 297.

Aber bei der grossen Mehrzahl der Insekten ist die Fussgliederzahl an allen sechs Beinen die gleiche. Die Fünfzahl ist am meisten verbreitet.

1. Fünf Glieder an allen Füssen kennzeichnen die Angehörigen der grossen Ordnungen der Hymenopteren (wenige Ausnahmen, z. B. bei den Proctotrypiden und Chalcididen), Dipteren, Lepidopteren (abgesehen von rudimentierten Vorderbeinen vieler Tagschmetterlinge), Coleopteren (mit Ausnahme einiger Abteilungen), ferner der Ephemeriden z. T.), Blattiden, Mantiden, Phasmiden, Puliziden, Trichopteren, Neuropteren und Panorpaten.

Die scheinbare Verminderung der fünf Fussglieder um ein Glied bei vielen Käfern (Cerambycidae, Chrysomelidae, Rhynchophora), welchen dann von den Entomologen oft nur vier Glieder zugeschrieben werden, hat darin seinen Grund, dass das vorletzte (vierte) Glied sehr verkürzt ist (Fig. 171). Das Verhältnis des Krallengliedes zu den übrigen Gliedern des Fusses bewirkt hier das Zurücktreten des zwischenliegenden Gliedes und hat in

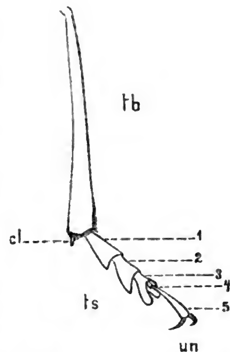


Fig. 171. Hinterschiene nebst Fuss eines Bockkäfers (*Cerambyx*).
tb, Schiene; cl, Endsporn derselben; ts, Fuss; 1—5, die fünf Glieder desselben; un, die Krallen.

zahlreichen Fällen dessen Verkümmerung zur Folge gehabt. Unter den Rhynchophoren ist das vorletzte Glied fast ganz verkümmert, aber bei *Dryophthorus* noch sehr deutlich erkennbar, während es bei den Arten von *Brachycerus* verschwunden zu sein scheint. *Platypus* ist durch deutlich fünfgliedrige Füsse ausgezeichnet; das vierte Glied ist nicht verkürzt.

2. Viergliedrige Füsse finden wir bei verhältnismässig sehr wenigen Insekten an allen Füssen, nämlich bei den Termitiden, Locustiden, einem Teile der Ephemeriden, einem Teile der Strepsipteren und einer Anzahl Coleopteren (Anisotomidae, Micropeplidae, Endomychidae, Colydiidae, Georyssidae, Heteroceridae und Coccinellidae). Bei manchen dieser Coleopteren, namentlich den Endomychiden und Coccinelliden ist das vorletzte Fussglied sehr klein, und in der Ausrandung des zweiten Gliedes versteckt (wie in den oben genannten Familien), so dass der Fuss nur aus drei Gliedern zu bestehen scheint.
3. Dreigliedrigen Füssen begegnen wir unter den Orthopteren (Gryllidae, Acridiidae, Embiidae), bei den Forficuliden, einem Teile der Psociden, den Perliden, einigen Thysanuren *(Lepisma)*, einigen Strepsipteren *(Halictophagus)*, den meisten Hemipteren, einem Teile der Homopteren (z. B. vielen Zikaden und Zikadelliden), den Odonaten und einer Anzahl kleiner Käfer, z. B. den Pselaphiden, Trichopterygiden, Lathridiiden, Sphäriiden.
4. Zweigliedrig sind die Füsse mancher Rhynchoten, sowohl aus der Abteilung der Hemipteren (Hydrometriden u. a.), als der Homopteren (Psylliden, Aphiden u. a.); ferner der meisten Psociden, der Physopoden, einiger Thysanuren (*Nicoletia*, *Machilis*, *Lepismina)*, gewisser Strepsipteren (*Elenchus*) und aller Mallophagen.
5. Durch eingliedrige Füsse sind die Poduriden (Springschwänze), Pediculiden (Läuse) und Cocciden (Schildläuse) ausgezeichnet. Auch die Füsse einiger Thysanuren (Borstenschwänze), z. B. *Campodea* und *Japyx;* sowie die Vorderfüsse einiger Wasserwanzen (*Nepa, Ranatra, Corisa. Naucoris* u. a.) bestehen nur aus einem Gliede. Die Larven der eine vollkommene Verwandlung durchmachenden Insekten, also der Neuropteren, Panorpaten, Coleopteren, Hymenopteren und Lepidopteren zeigen an ihren meist sehr kurzen Beinen, soweit sie überhaupt solche besitzen, einen eingliedrigen Fuss, welcher nur in wenigen Fällen von der kurzen Schiene undeutlich abgegliedert ist.

Die Fusssohle hat bei den vielen Insekten, welche an senkrechten und vertikalen Gegenständen sich bewegen oder welche zu sonstigen Zwecken möglichst festen Fuss gewinnen wollen, eine

ausserordentlich subtile Ausbildung erfahren! Die filzige, bürstenartige oder schuppige Beschaffenheit derselben rührt von abgestutzten, steifen und am Ende verbreiterten Haaren her. Diese Haare werden Hafthaare genannt; denn sie sind es, welche das Anhaften an senkrechte und unterhalb an horizontale Gegenstände, welche sogar glatt sein dürfen, vermitteln. Das plättchen- oder schüsselförmige Ende der Hafthaare haftet teils wie ein Saugplättchen durch Luftdruck, teils durch eine aus dem Innern durch das Haar heraufbeförderte, ein Anhaften bewirkende Flüssigkeit. Hierüber wird weiter unten gehandelt werden. Die Hafthaare sind verschieden ausgebildet, stimmen aber darin überein, dass sie am Ende fast immer verbreitert und hier sehr weichhäutig sind. Fig. 172 stellt ein Hafthaar von der Fusssohle eines männlichen Laufkäfers, ***Feronia vulgaris*** L., dar.

Als Kletterborsten können die an den Fusssohlen der Bockkäfer den dichten filzartigen Besatz bildenden Borsten bezeichnet werden. Diese sind sehr zart, am Ende leicht gebogen, spitz und unterhalb der Spitze mit zwei Zähnchen ausgerüstet. (Fig. 173, 174 u. 175.)



Fig. 172.

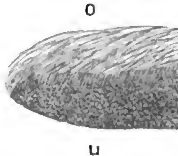


Fig. 173.

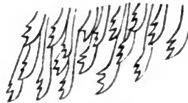


Fig. 174.



Fig. 175.

Fig. 172. Ein Hafthaar von der Sohle eines männlichen Laufkäfers, *Feronia vulgaris* L. Nach F. Dahl.
n, Wurzel des Haares mit einem Teile der dieselbe umfassenden Chitinhaut der Fusssohle;
o, das verbreiterte und abgestutzte Endstück des Haares.

Fig. 173. Teil eines mittleren Fussgliedes von einem Vorderbein des Eichenbockkäfers, *Cerambyx cerdo* L. Orig.
o, die Oberseite mit dem gewöhnlichen Borstenkleide;
u, Unterseite mit dem dichten Besatze gleichmässig langer Kletterborsten.

Fig. 174. Spitzen der Kletterborsten von der Fusssohle desselben Käfers, von der Seite gesehen und in natürlicher Anordnung. Orig.

Fig. 175. Eine einzelne Kletterborste von der Fusssohle eines *Cerambyx cerdo* L. Orig.

Gewöhnliche Hafthaare (s. o.) dienen dem Insekt zum leichten, aber dennoch sicheren Haften an senkrechten und hängenden Flächen während der Fortbewegung; Saugnäpfe indes werden zum dauernden Anhaften, namentlich während des Begattungsaktes ver-

wendet. Saugnäpfe von beträchtlicher Grösse finden sich an den Vorderfüssen der grösseren männlichen Dytisciden (Fig. 176); sie sind becherförmig und am Grunde in der Mitte mit einem Nabel versehen, welcher die Anheftungsstelle bezeichnet.

Die Sohle der Fussglieder der Orthopteren einnehmende Hautballen entbehren der Haarbekleidung. Diese Ballen sind meistens nur Fortsätze der Sohlenhaut; aber am Grunde des Fersengliedes sitzt bei den Locustiden ein Paar besonderer Ballen, welche abgegliedert sind. Sie sind kurz und gleichen in der Form fast den eigentlichen Sohlenballen (*Locusta viridissima*) oder lang und abstehend, z. B. bei *Platycleis grisea* F. Fig. 177 u. 178. Bei *Acridium* ist nur ein einziger Ballen am Grunde des Fersengliedes zu unterscheiden.



Fig. 176. Unterer Teil eines Vorderfusses eines männlichen Schwimmkäfers, *Dytiscus dimidiatus*, von der Unterseite gesehen. Orig.
f, Spitze des Schenkels; tb, Schiene; pl, aus der Vereinigung der drei ersten Fussglieder entstandene scheibenförmige, mit zwei grossen und zahlreichen kleinen Saugscheiben besetzte Sohle; 4 u. 5, viertes und fünftes Fussglied; un, die beiden Krallen.

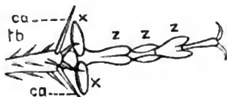


Fig. 177. Ein Fuss einer Heuschrecke, *Platycleis grisea* F., von unten gesehen. Orig.
x, die beiden Anhänge am Grunde des Fersengliedes; z, die Hautballen an der Sohle des ersten bis dritten Gliedes; tb, das Ende der Schiene; ca, die Endsporen derselben.



Fig. 178. Das Fersenglied desselben Fusses, stärker vergrössert. Von der Seite gesehen. Orig.
x, die beiden Anhänge; tb, Spitze der Schiene.

Die Krallen.

Zu einem Insektenfusse gehören die Krallen, welche gewöhnlich zu zweien am Ende des letzten Fussgliedes sitzen. Abweichend von den übrigen Insekten entspringen die Krallen der Meerwanzen (*Halobates*) in der Mitte der Unterseite des letzten Fussgliedes. Bei manchen Insekten und den Larven mehrerer grösserer Abteilungen ist nur eine einzige Kralle an jedem Fusse vorhanden. Die Natur der Fusskrallen erfordert deren Beweglichkeit; sie sind dem Ende des letzten Fussgliedes (Krallenglied) so eingefügt, dass sie an demselben, und zwar sowohl von oben nach unten einwärts, als auch ein wenig und nach beiden Seiten hin, allerdings in beschränkter Weise, beweglich sind. Sie stehen gerade zu diesem Zwecke voneinander getrennt. Bei manchen Rüsselkäfern aber sind die Krallen am Grunde und zuweilen bis zur Mitte untereinander fest verwachsen. Hinsichtlich der Stellung der Krallen ist

zu bemerken, dass sie gewöhnlich etwas auseinanderstehen (tarsi divergentes), zuweilen aber so angebracht sind, dass sie stets gespreizt stehen (tarsi divaricati), was alsdann für ganze Gattungen ein gutes Kennzeichen abgiebt.

Die Krallen (Fig. 179 un) sind, wie eben angeführt, mit ihrem breiten Grundteile bei den allermeisten Insekten unabhängig voneinander, und zwar an der Oberseite eines sehr kleinen selbständigen Gliedes (Afterglied) eingefügt, welches am Grunde (str) kräftig gebaut, stark chitinisiert und nach vorn meist verlängert ist, um das zwischen den beiden Krallen sichtbare, für viele Insekten wichtige Haftläppchen oder die Afterkralle (emp) zu bilden. Oberseits dient die Grundhälfte des Aftergliedes, wie schon gesagt, als Ansatzstelle der Krallen und der Verbindungshaut zwischen ihm und (o) dem Krallengliede.

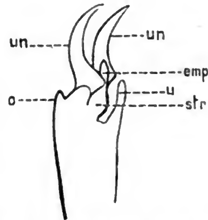


Fig. 179. Längsschnitt durch das Endstück des Krallengliedes eines Bockkäfers *(Cerambyx cerdo)*. Orig.
un, die beiden Krallen;
o, Oberseite des Hinterrandes des Krallengliedes;
emp, Streckgriffel;
str, Streckplatte; u, Gleitfläche.

Das Afterglied ist tief in das Krallenglied eingesenkt, und zwar bis zur Ansatzstelle der Krallen. Der stark gewölbte und stark chitinisierte Grundteil des Aftergliedes wird **Streckplatte** (str) genannt, weil er einen wesentlichen Anteil an dem Ausstrecken der Krallen hat.

Unterseits am Grunde vor der Einlenkung in das Afterglied sind die Krallen gewöhnlich mit einem **höckerartigen Vorsprunge** versehen. Wenn sie durch die Thätigkeit des Beugemuskels, worüber später die Rede sein wird, vermittelst der mit dem Grunde der Streckplatte verbundenen Sehne nach unten gezogen werden, so drückt die Streckplatte gegen die **Gleitfläche**, d. i. die freie untere Wand des Krallengliedes (Fig. 179 u. 180 u), welche sowohl dem Zuge der Krallen nach unten einen Widerstand entgegensetzt,

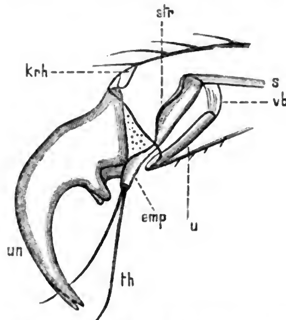


Fig. 180. Endstück eines Krallengliedes des gemeinen Maikäfers, *(Melolontha vulgaris)* von der Seite gesehen und durchsichtig gedacht, um den inneren Mechanismus zu zeigen. Nach Ockler.
un, Krallen; str, Streckplatte; s, Sehne des Beugemuskels; vb, elastische Haut zwischen der Streckplatte und der Gleitfläche; u, Gleitfläche; krh, Krallengelenkhöcker; emp, Streckgriffel; th, Tasthaare derselben.

setzt, als auch beim Anziehen durch den Muskel eine feste Haltung der Krallen bewirkt. Zuweilen ist die freie Wand noch in Form eines Lappens vorgezogen. Die Gleitfläche und die Streckplatte sind am Grunde durch eine elastische faltige Haut (Fig. 180 vb) miteinander verbunden, welche beim Zurücktreten der Streckplatte in das Innere des Krallengliedes infolge des Zuges durch die Sehne nach hinten sich ausdehnt. Beim Nachlassen des Zuges tritt die Streckplatte wieder hervor, so dass die Krallen wieder ausgestreckt werden. Die elastische faltige Haut wirkt beim Hervortreten der Streckplatte als treibendes Mittel (Versuche von Ockler).

Zwischen den Krallen am Grunde sehen wir, wie schon erwähnt, bei vielen Insekten je nach der Art ein vortretendes kürzeres oder längeres Plättchen oder einen kurzen dicken Griffel (Fig. 179 u. 180 emp) oder einen lappenförmigen Anhang. Der Griffel ist ein direkter Fortsatz der Streckplatte und als Streckgriffel oder Streckborste, wenn er borstenförmig ist, zu bezeichnen. Zuweilen ist dieser Fortsatz beweglich mit der Streckplatte verbunden, z. B. bei *Leptogaster* (Ockler), wo er die Form einer Kralle besitzt und in diesem und ähnlichen Fällen Afterkralle genannt wird.

Das oder die Haftläppchen sind durch sackförmige Ausstülpung der sonst eingestülpten und taschenartig in das Endstück des Krallengliedes eingesenkten, weichen abschliessenden Haut entstanden (Ockler) und stehen gewöhnlich unterhalb zwischen den Krallen. Sie finden sich am meisten ausgebildet bei den Dipteren, ferner bei den Hymenopteren, Lepidopteren, Neuropteren, Orthopteren und Hemipteren. Bei vielen dieser Insekten ist oberhalb des Haftläppchens zwischen den Krallen eine kleine Chitinplatte beweglich eingelenkt; es ist die Stützplatte für das Haftläppchen. Unterseits bildet den Grund des Haftläppchens ein an die Streckplatte sich anschliessendes, mit dieser durch eine Haut verbundenes Plättchen, die Strecksohle (Ockler). Die Form eines einziehbaren Bläschens hat der Haftapparat am Fussende der Blasenfüsser (Thysanoptera), Fig. 181.

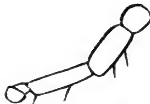


Fig. 181. Ein Hinterbein einer Larve von *Phloeothrips frumentaria*. Nach Lindeman.

Zwei oder drei Haftläppchen am Ende des Krallengliedes finden wir an den Füssen der Fliegen (Diptera). Wenn zwei vorhanden sind, so befindet sich je eines zur Seite des mittleren Streckgriffels und ist an der Innenseite mit dem Grunde der Krallen, an der Aussenseite mit der erwähnten abschliessenden Haut verbunden. Sind drei Haftläppchen zu unterscheiden, dann ist der Streckgriffel in ein Haftläppchen umgewandelt. Bei gewissen Fliegen, z. B. *Leptogaster*, existieren keine Haftläppchen.

Die grosse Mehrzahl der Insekten besitzt zwei Krallen am Ende jedes Fusses. Nur eine Kralle finden wir an den Füssen der Läuse oder Pediculiden (bei welchen dieselbe gegen das Fussglied geschlagen werden kann und zum Festhalten, also als Klammerfuss dient), der Poduriden (von denen manche Arten noch eine Afterkralle unterhalb der grösseren eigentlichen Kralle aufweisen), mancher Pelzfresser oder Mallophagen (*Trichodectes*, *Gyropus*), der Cocciden oder Schildläuse (ohne Ausnahme), der Arten von *Bittacus* (Panorpidae), von *Hybusa* (Orthoptera) und mehrerer Käfer, namentlich aus der Familie der Ameisenkäfer (Pselaphidae), und zwar der Gattungen *Bryaxis*, *Pselaphus*, *Bythinus*, *Tychus*, *Euplectus*, *Trimium*, *Claviger* u. a. Auch die nordamerikanische Rüsselkäfergattung *Brachybamus* ist durch eine einzige Kralle an jedem Fusse ausgezeichnet. Ebenso ist bei den mit den Maikäfern verwandten Hopliinen (*Hoplia*, *Microplus*, *Monochelus* u. a.), und zwar an den Hinterfüssen, nur eine Kralle bemerkbar; bei der verwandten *Gymnoloma* aber an allen Füssen. Es wird angenommen, dass die zweite, in verwandten Gattungen bereits verkürzte Kralle in jenen Gattungen verkümmert, beziehungsweise verschwunden ist. Auch einige grosse Schwimmkäfer, die Arten der Gattung *Cybister*, ermangeln der sonst vorhandenen zweiten Kralle an den Hinterfüssen, während die einzige vorhandene unbeweglich ist. Bei *Cybister scutellaris* Germ. sind aber nach der Angabe des englischen Entomologen D. Sharp zwei Krallen vorhanden; die äussere ist kleiner und beweglich. Unter den Wasserwanzen zeichnen sich einige Gattungen durch einkrallige Vorderfüsse aus, z. B. *Belostoma;* anderen fehlen die Krallen an demselben Beinpaar. Bei *Diplonychus* finden sich aber zwei kleine Krallen.

Die Larven der eine vollständige Verwandlung durchmachenden Insekten haben grösstenteils nur eine Kralle an jedem Fusse, z. B. diejenigen der Lepidopteren, phytophagen Hymenopteren, Trichopteren und meisten Coleopteren. Unter den letzteren sind die Larven der Carabiden (abgesehen von einigen Ausnahmen), sowie Dytisciden und Gyriniden mit zwei Krallen versehen; ebenso diejenigen der Neuropteren (ausser dem ersten Stadium von *Mantispa*). Zwei Krallen besitzen auch allgemein die Larven der eine unvollkommene Verwandlung durchmachenden Insekten, soweit diese im ausgebildeten Stadium zwei Krallen aufweisen, also die Orthopteren, Corrodentien, Forficuliden, Perliden, Odonaten, Hemipteren und einige andere. Krallenlos erscheinen die sehr kurzen Füsse der Larven von *Mantispa* im ersten Stadium. Bei den Larven der Panorpiden enden die kurzen Füsse, wie Brauer in den Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien, 1863, Bd. 13 S. 314 mitteilt, in einen einfachen Haken.

Scheinbar drei Krallen besitzen die jüngsten Larven von *Meloe*, *Mylabris*, *Epicauta*, *Lytta*, *Sitaris* und anderer Pflasterkäfer, weshalb sie Triungulinen (= Dreikrallige) (*Triungulinus* Dufour) ge-

nannt werden. In Wirklichkeit ist nur eine Kralle vorhanden, von deren Grunde hintereinander zwei krallenartige Borsten entspringen. Vergl. Riley, Transact. St. Louis Acad. Sc. Vol. III. 1878. Taf. 5. Fig. 2c; — Brauer, Verhandl. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien. 1887. S. 639.

Grassi giebt bei *Nicoletia*, einer Gattung der Thysanuren, drei Krallen an, von denen eine sehr klein ist. (Boll. Soc. Ent. Ital. 1886. S. 179.) Auch *Lepisma*, eine andere Gattung derselben Ordnung, besitzt drei Krallen, von denen die innere kleiner ist, (Oudemans, Beitr. z. Kenntnis d. Thysanura u. Collembola. S. 157). *Lepidocampa*. eine weitere Gattung der Thysanuren, welche kürzlich von dem letztgenannten Autor in dem Buche „Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ostindien" von Max Weber (Leiden 1890) S. 76 aufgestellt ist, besitzt gleichfalls drei Krallen, von denen die mittlere kleiner ist und wegen ihrer Lage den Eindruck einer Afterkralle macht. Daraus kann gefolgert werden, dass auch die dritte Kralle der erstgenannten Thysanuren unter demselben Gesichtspunkte zu betrachten sei.

Die Krallen eines und desselben Fusses sind bei manchen Blatthornkäfern *(Hoplia, Anisoplia)* von verschiedener Grösse; die äussere ist grösser und stärker als die schmale innere. Dass letztere ganz verkümmern kann, wurde S. 285 mitgeteilt.

Eine mannigfaltige Form und Ausbildung der Krallen lernen wir kennen, wenn wir die Vertreter verschiedener Familien und Gattungen uns vorführen. Die Krallen sind bald mehr, bald weniger gekrümmt, unterseits einfach oder mit einem Zahne in der Mitte oder am Grunde oder unterhalb der Spitze versehen, oder im ganzen Verlaufe fein gezähnelt, oder sie sind am Ende tief gespalten, so dass sich zwei grosse Spitzen an jeder Kralle befinden. Bei den Pflasterkäfern *(Meloe, Lytta, Mylabris* u. a.) ist jede der beiden Krallen bis auf den Grund gespalten; die Hauptkrallen stehen dicht nebeneinander, die feineren Nebenkrallen ausserhalb dicht neben jenen. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass einfache Krallen hauptsächlich den auf dem Boden laufenden, gezähnte und gespaltene Krallen den an Pflanzen umherkletternden Insekten eigen sind.

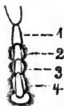


Fig. 182. Fuss eines männlichen Fächerflüglers, *Xenos rossii*. Nach Westwood. — 1—4, Erstes bis viertes Glied.

Es giebt Insekten, welchen die Krallen fehlen, und zwar entweder an allen oder nur an den Vorderfüssen. Unter den Käfern entbehren die zu den Mistkäfern gehörigen Arten von *Phanaeus, Dendropoemon, Glyphoderus* und *Eucranium* der Krallen an allen Füssen. Meist sind diesen Käfern auch die ganzen Füsse der Vorderbeine abhanden gekommen.

Jede Spur von Krallen fehlt auch den zwei- bis viergliedrigen Füssen der männlichen Fächerflügler (*Strepsiptera*). Fig. 182.

Den Blasenfüssern (Thysanoptera) wurden bis-

her die Krallen abgesprochen. Am Fussende befindet sich jedoch ein aus- und einstülpbares Haftbläschen (Fig. 181), mit welchem nach Jordans Untersuchungen (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 1888) die Krallen samt der Streckplatte eng verwachsen sind.

An den verkümmerten Vorderfüssen vieler Tagschmetterlinge werden die Krallen gleichfalls vermisst (S. 298). Auch in denjenigen Fällen, wenn jene nicht verkümmert sind, fehlen sie in gewissen Fällen, z. B. bei den männlichen Lycäniden; hier ist das Krallenglied (nach O. Speyer) in eine Spitze ausgezogen oder abgestutzt.

Ferner sind die Füsse einiger Wasserwanzen teilweise krallenlos, z. B. die Vorderfüsse von *Corisa* (Fig. 183), *Nepa*, *Ranatra* und *Naucoris*. In der erstgenannten Gattung ist das einzige Fussglied ziemlich kräftig und am Ende abgestumpft, in den drei letztgenannten Gattungen krallenförmig zugespitzt. Bei *Corisa* fehlen auch den Hinterfüssen die Krallen, und bei *Notonecta* sind zwar die vier vorderen Füsse mit zwei Krallen ausgerüstet, während die Hinterfüsse der Krallen entbehren. Die Vorderbeine jener Wasserwanzen sind Greiforgane (S. 291), die Hinterbeine Schwimmwerkzeuge (S. 295). Es liegt die Annahme nicht allzu fern, dass mit dieser Verwendung der Beine das Schwinden der Krallen in Beziehung steht. Schon S. 285 ist auf die teilweise Verkümmerung der Krallen der Hinterfüsse einiger Schwimmkäfer (*Cybister*) hingewiesen, was unter demselben Gesichtspunkte zu betrachten ist.

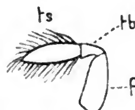


Fig. 183. Vorderbein einer Wasserwanze aus der Gattung *Corisa*. Orig. f, Schenkel; tb, Schiene; ts, eingliedriger, mit kräftigen Borsten besetzter Fuss.

Die Gelenkverbindung der Glieder eines Insektenbeines.

Alle Glieder eines Insektenbeines sind durch biegsame Gelenkhäute miteinander verbunden. Eine solche Verbindung wird als Gelenk bezeichnet. Gewöhnlich ist aber das vorhergehende Glied zur Aufnahme des Grundteiles des folgenden am Ende trichterförmig eingesenkt oder ausgehöhlt (Fig. 169 z). Dementsprechend ist das letztere Glied am Grunde knopfförmig verdickt (Fig. 184 x) und in die Höhlung des vorhergehenden eingepasst. Das gilt sowohl von der Verbindung des Schenkels mit der Schiene, als auch von der Verbindung dieser mit dem Fuss und der Fussglieder unter sich. (Fig. 184.) In den verschiedenen Insektengruppen ist die Gelenkverbindung ein verschiedene. Eine Uebereinstimmung findet sich aber in dem Prinzipe, dass eine allseitige Drehung aller Glieder vermieden wird. Zu diesem Behufe ist nicht nur die eben angeführte Einrichtung vorhanden, sondern das Ende des vorhergehendes Gliedes ist oberhalb ein wenig kappenförmig vorgezogen oder herabgebogen (Fig. 169), so dass die Drehung nach auswärts sehr eingeschränkt ist. Dahingegen ist unterhalb am Ende des Gliedes kein Hindernis gegen die

freie Drehung nach einwärts. Das Resultat dieser Einrichtung ist eine einfache, nach aussen und oben aber beschränkte Charnierbewegung von aussen nach innen. Für das Auftreten des Beines und die Funktion desselben in der Sechszahl als Träger des Körpers ist diese, in letzter Instanz in der schrägen Stellung der Beine begründete Einrichtung ausserordentlich zweckentsprechend. Die notwendige Drehung des ganzen Beines in Bezug auf den Rumpf findet am Schenkelringe statt (Dahl), wenn dieser sich nicht zu eng an den Grundteil des Schenkels anschliesst; andernfalls geht die Drehung bei zahlreichen Insekten am Hüftgliede vor sich.

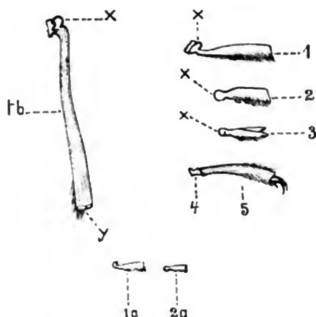
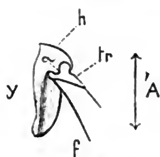


Fig. 184. Schiene und Fussglieder des Eichenbocks, *Cerambyx cerdo L.* Orig.
tb, Schiene; x, Gelenkteil derselben am Grunde; y, Gelenkgrube für die Aufnahme des Gelenkteiles des ersten Fussgliedes. — 1 bis 5, die fünf Fussglieder; x, Gelenkkopf derselben; 1a und 2a, die beiden ersten Fussglieder in ihrem Grössenverhältnis zu der Schiene tb.

Eine Einlenkung des Schenkels in den Schenkelring kommt nicht vor, sondern dieser schliesst sich jenem meist genau an. Bei zarten Insekten (Tipuliden) brechen gerade an dieser Stelle die Beine leicht ab.



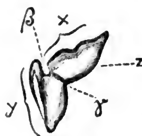


Fig. 185. Fig. 186.

Fig. 185. Gelenkvorrichtung am Grunde des rechten Hinterbeines eines Bockkäfers, *Cerambyx cerdo* L. Orig.
h, Hüfte; *α*, Fortsatz (welcher in die Gelenkhöhle *β*, Fig. 186, eingreift); tr, Schenkelring; f, Grundteil des Schenkels; y, Seite, mit welcher das Hüftglied mit der Hinterbrust verbunden ist; A, Bewegungsrichtung des Schenkels.

Fig. 186. Schenkelring des rechten Hinterbeines eines Bockkäfers, *Cerambyx cerdo* L. Orig.
z, der in die Gelenkgrube des Hüftgliedes zum grossen Teil eingreifende Grundteil; x, Anheftungsstelle des Hüftgliedes; *β*, Gelenkhöhle (in welche der Fortsatz *α*, Fig. 185, eingreift); *γ*, halsförmige Einschnürung; y, Anheftungsstelle des Schenkels.

In manchen Fällen befindet sich am Ende des Hüftgliedes neben der Einlenkungsstelle des Schenkelringes ein Fortsatz, welcher in eine Gelenkhöhle des letzteren eingreift und kaum mehr als eine Winkelbewegung des Schenkels, mit welchem der Schenkelring fest verbunden ist, gestattet. Wenn das Hüftglied sich in einem Winkel zu der Bewegungsrichtung des Schenkels bewegt, so wird die Bewegung eines mit dem Schenkelringe fest verbundenen Schenkels in Bezug auf den Rumpf eine rotierende. (Fig. 185 u. 186.)

Naturgemäss ist auch in denjenigen Fällen, wenn das Hüftglied

plattenförmig über den Grund des Schenkelringes *(Carabus, Dytiscus)* oder einen grossen Teil des Beines (vergl. S. 274) hinausgeschoben ist, die Bewegung des Beines eine Winkelbewegung.

Bei zahlreichen Käfern stecken die Hüften in einer Gelenkpfanne (Hüftgrube, acetabulum), welche nur durch eine Einsenkung der Chitinhaut der betreffenden Brustsegmente, beziehungsweise des ersten oder der beiden ersten Bauchhalbringe des Hinterleibes entstanden ist (Fig. 188h). Das kugelige, oft tief eingesenkte Hüftglied, z. B. der Vorderbeine der Rüsselkäfer (Curculionidae), ist einer beschränkten Drehung fähig. Es gleicht sehr dem Gelenkkopfe an den Gliedmassen der Wirbeltiere; weil es sich aber am Ende mit dem Boden der Gelenkpfanne verbindet, ist es nicht in gleicher Weise beweglich. Seine grosse Glätte und die möglichst genaue Anpassung an die entsprechend ausgeglättete Gelenkpfanne können nicht vorzüglicher sein als sie es sind. Das Hüftglied der Hinterbeine der Schwimmkäfer (Dytiscidae) ist mit der Hinterbrust verwachsen und unbeweglich.

Die Verschiedenartigkeit der Gelenke ergiebt sich aus folgendem. Es giebt

1. freie Gelenke, welche nur auf der Verbindung zweier Glieder vermittelst einer Gelenkhaut beruhen;
2. beschränkte Gelenke, und zwar
   a) Kugelgelenke, welche sich von den freien Gelenken nur dadurch unterscheiden, dass der kugelförmige Grundteil eines Gliedes in einer genau sich anpassenden Grube steckt, in deren Grunde die beiden Teile gelenkig miteinander verbunden sind. Eine solche Gelenkverbindung ist oft bei der Einlenkung der Hüften in die Gelenkpfanne und des ersten Fussgliedes in die Schiene zur Ausbildung gelangt und gestattet eine vielaxige Drehung des Gliedes. Je nach der Tiefe der Einsenkung ist die Beweglichkeit verschieden.
   b) Winkelgelenke (Charniergelenke). Ausser der Gelenkverbindung findet eine freie Einlenkung eines an einer Seite des Grundteiles sitzenden kleinen Gelenkkopfes oder Gelenkhöckers in eine entsprechende Vertiefung statt, infolgedessen nur eine Bewegung in einer einzigen Richtung möglich ist, z. B. an der Gelenkverbindung der Schiene mit dem Schenkel, des Schenkelringes mit der Hüfte. Auch die Krallen haben einen Gelenkhöcker, und zwar (nach Ockler) am oberen Rande oder innen unterhalb des oberen Randes des Krallengliedes (Fig. 180 krh). Schliesslich bedingen kappen- oder plattenförmige Vorsprünge eine einfache Winkelbewegung des eingelenkten Gliedes.

Das vordere Beinpaar in seiner verschiedenartigen Verwendung und dementsprechenden Form und Ausrüstung.

Die Vorderbeine dienen sehr vielen Insekten zum Graben oder Greifen, Halten, Anklammern, Putzen oder Kämmen und sind für jede dieser Verrichtungen entsprechend geformt und ausgerüstet. Daneben sind sie aber wie das mittlere und hintere Beinpaar auch als Werkzeuge zur Fortbewegung und zum Stützen des Körpers anzusehen. Indes werden sie in manchen Fällen (zahlreiche Tagschmetterlinge) weder zum Gehen noch zum Stützen des Körpers, in anderen (Schwimmkäfer, Dytiscidae) nicht zum Schwimmen gebraucht. Zuweilen scheint es, dass sie ausser zu genannten Verrichtungen mehr zur Unterstützung des Vorderkörpers während des Gehens und Sitzens dienen, als zur Fortbewegung von der Stelle bestimmt sind. Es liegt daher nahe, in Fällen, wie es die obengenannten sind, die Vorderbeine mit Armen zu vergleichen und den Mittel- und Hinterbeinen gegenüber zu stellen, zumal sie auch anders geformt sind als diese.

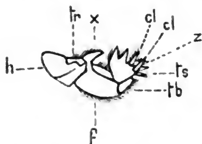


Fig. 187. Vorderbein einer japanischen Maulwurfsgrille *(Gryllotalpa)*. Orig.
h, Hüfte; tr, Schenkelring; f, Schenkel; x, zahnartiger Fortsatz desselben an der Innenseite; tb, Schiene; cl cl, die beiden Endsporen; ts, Fuss, nur teilweise sichtbar; z, die zahnförmig erweiterten beiden ersten Fussglieder.

Gehen wir nun zu den speziellen Formen und Verrichtungen der Vorderbeine über.

Zum Graben sind die Vorderbeine derjenigen Insekten eingerichtet, welche sich in den Erdboden eingraben, entweder 1., um darin Nahrung und Wohnung zu suchen oder 2., um darin ihre Eier abzulegen.

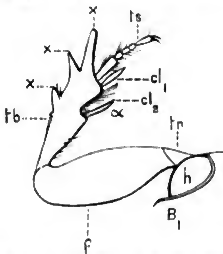


Fig. 188. Linkes Vorderbein eines Grablaufkäfers, *Scarites buparius*. Orig.
ts, Fuss; tb, Schiene; x x x, die drei grossen Randzähne an der Aussenseite derselben; cl_1, der Sporn am Ende der Schiene; cl_2, der obere Sporn; *α*, Schienenausschnitt; f, Schenkel; tr, Schenkelring; h, Hüfte, zum Teil in der von einer Einsenkung der Vorderbrust B_1 gebildeten Hüftgrube steckend.

Zu ersterem Zwecke haben beide Geschlechter Grabbeine, z. B. die Arten der Maulwurfsgrillen (Gryllotalpidae) Fig. 187, die Grablaufkäfer (Scaritinae) Fig. 188, die Stutzkäfer (Histeridae), die Sägehornkäfer (Heteroceridae). Bei diesen Insekten sind die Vorderschienen in beiden Geschlechtern ganz gleich. Auch bei den Larven der Zikaden sind die Vorderschienen, ähnlich wie bei den Maulwurfsgrillen, zum Graben eingerichtet (Fig. 189).

Der zweite Fall, die Fürsorge für

die Nachkommenschaft, betrifft naturgemäss das weibliche Geschlecht. Deswegen sind die Vorderschienen der Weibchen breiter, gedrungener und mit viel kräftigeren Grabzähnen versehen als die Männchen. Die Betrachtung der Blatthornkäfer (Familie Lamellicornia), wozu die Mistkäfer *(Copris, Geotrypes)*, die Maikäfer (*Melolontha*), die Nashornkäfer *(Oryctes)* und die Blumenkäfer *(Cetonia)* gehören, kann davon überzeugen.

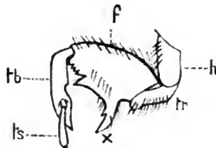


Fig. 189. Vorderbein einer Zikadenlarve. Orig.
h, Hüfte; tr, Schenkelring; f, Schenkel mit dem zahnartigen Fortsatze x an der Innenseite; tb, Schiene; ts, Fuss.

Eine andere zum Graben dienende Einrichtung an den Beinen sehen wir bei den weiblichen Raubwespen der Gattung *Sphex*. Die Füsse der Vorderbeine tragen nämlich ausser den mehr unregelmässig verteilten Dornen an der Aussenseite noch lange, in gleichen Abständen angeordnete Dornen, einen sogenannten Tarsenkamm. Dieser fehlt den Männchen, da nur die Weibchen für die Brut Erdhöhlen graben und dabei den Sand herauswerfen. (Fr. Kohl, Annal. k. k. naturhist. Hofmuseums. 5. Bd. Wien, 1890. S. 110.)

Die Form von Greiforganen haben die Vorderbeine mancher Raubinsekten. Jene werden in solchem Falle „Raubbeine" genannt. Nur der Schenkel und die Schiene (nicht der Fuss) sind dabei beteiligt, was aus dem schon an und für sich kräftigen Baue derselben zu erklären ist. Raubbeine finden sich in bester Ausbildung bei Wasserwanzen z. B. *Nepa, Naucoris* (Fig. 190), *Belostoma, Corisa* usw., den Schreitwanzen (Reduviidae, namentlich bei einer Gruppe derselben, den Emesinen) und den Gottesanbeterinnen (Mantidae). Die vorderen Beine der Arten von *Nepa* sind vorgestreckt und sehr kräftig im Verhältnis zu den übrigen Beinen. Der Schenkel und die Schiene jedes Vorderbeines können fest zusammengeschlagen werden, so dass letztere dem ersteren wie die Klinge eines Taschenmessers eingefügt ist. Jedes dieser beiden Beinteile ist an der Innenseite mit zwei Längsleisten versehen, welche eine Rinne begrenzen. Ein in der Nähe befindliches Insekt wird mit diesen Fangarmen erfasst, festgehalten und ausgesogen.

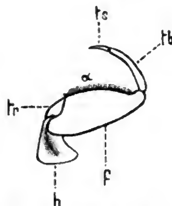


Fig. 190. Vorderbein von *Naucoris cimicoides* L. (Wasserwanze). Orig.
ts, Fuss; tb, Schiene; f, Schenkel; tr, Schenkelring; h, Hüfte; *α*, dichter Haarbesatz an der Innenseite des Schenkels.

Noch besser ausgerüstet sind die Raubbeine der genannten Fangheuschrecken (Mantidae). Die gleichfalls auf der Unterseite gefurchten kräftigen Schenkel sind mit scharfen Zähnen bewehrt, und die einschlagbaren Schienen gesägt. Auf diese Weise wird das arme

Opfer der Raublust durch und durch zerstochen. Wie die Gottesanbeterinnen ihre Beute angreifen, wurde schon S. 145 mitgeteilt. Aehnlich verfahren die Raubwanzen der Gruppe Emesinae, deren Fangarme ganz ähnlich beschaffen sind. Auch die Beine der Raubfliegen (Asilidae, Empidae) sind zum Greifen eingerichtet, meist aber alle Beine; zuweilen jedoch ist das vordere Paar noch besonders ausgezeichnet, z. B. bei manchen Arten von *Dasypogon*, deren Vorderschienen in einen kräftigen Haken auslaufen. Eine Art Raubarm kommt auch bei manchen Empiden vor.

Bei der Begattung dienen dem männlichen Insekt die Vorderbeine meist zum Anklammern an den Körper des Weibchens. Zu diesem Zwecke ist das vordere Beinpaar gleichfalls in entsprechender Weise ausgebildet. Die Füsse dieses Paares sind nämlich beim männlichen Insekt in zahlreichen Fällen mit einer breiten filzigen Sohle, und bei den Schwimmkäfern (Dytiscidae) auf der Unterseite sogar mit Saugnäpfen versehen, welche beim Anklammern ausgezeichnet zur Geltung kommen. Bei grösseren Arten der letzteren Familie ist durch eine starke Verbreiterung der drei ersten Fussglieder eine Scheibe entstanden (Fig. 191), welche in Fig. 176 auf S. 282 die grossen und die kleinen Scheiben zeigt. Unter den Hymenopteren sind die Vorderschienen der Männchen von *Crabro* plattenförmig erweitert. An den Vorderbeinen der männlichen Tanzfliegen *(Hilara)* ist das Fersenglied angeschwollen und mit kräftigen Haaren ausgerüstet.

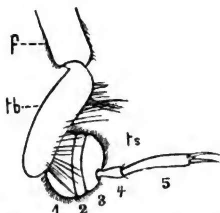


Fig. 191. Unterer Teil eines Vorderfusses eines männl. Schwimmkäfers, *Dytiscus dimidiatus*, von der Oberseite gesehen. Orig. f, Spitze des Schenkels; tb, Schiene; ts, Fuss; 1—5, die fünf Glieder desselben, von denen die drei ersten stark erweitert sind und zusammen eine scheibenförmige Sohle bilden.

Mit einer filzigen Sohle sind die ersten zwei, drei oder vier verbreiterten Fussglieder der Vorderbeine fast aller männlichen Laufkäfer versehen. Dasselbe gilt von Arten der Silphiden (Aaskäfer), z. B. *Silpha atrata* L., *obscura* L., *sinuata* F., *dispar* Hbst. und *thoracica* L.

Die männliche Auszeichnung ist aber in vielen Fällen nicht auf die Vorderfüsse beschränkt, sondern findet sich auch an den Mittelfüssen, gewöhnlich aber in geringerer Ausbildung. Unter den Laufkäfern (Carabidae) sind z. B. bei den zahlreichen Arten von *Feronia* nur die drei ersten Glieder der Vorderfüsse, bei den gleichfalls zahlreichen Arten von *Harpalus* die vier ersten Glieder der Vorder- und Mittelfüsse erweitert und mit einer filzigen Sohle versehen.

Als Werkzeug zum Reinigen der vorderen Körperteile, namentlich des Kopfes, der Fühler, Augen und Mundteile dienen gleichfalls die Vorderbeine. Diese sind daher an der Innenseite der

Schiene oder des Fersengliedes entweder behaart oder eigentümlich ausgebildet. Bei den meisten Hymenopteren ist das Fersenglied am Innenrande mehr oder weniger tief und oft halbkreisförmig ausgeschnitten (Fig. 170x). Der Rand dieses Ausschnitts ist mit kurzen kammzinkenförmigen Borsten von gleicher Länge besetzt. Der benachbarte Sporn am Ende der Schiene begrenzt den Ausschnitt und ist mit einem ausgeschnittenen Hautsaume (Apidae) oder gleichfalls mit dichtstehenden kammzinkenförmigen Borsten (Formicidae) oder mit beiden Auszeichnungen (viele Ichneumoniden) versehen. In anderen Gruppen der Hymenopteren finden sich Zwischenformen, bei den Tenthrediniden aber nur schwache oder keine Spuren dieser Einrichtung. Den zu reinigenden Fühler zieht das Insekt durch das hier von dem Fersengliede und dem Sporn gebildete Reinigungswerkzeug. Dubini (1878) beobachtete, dass die Bienen den beschriebenen Apparat zur Reinigung ihrer Zunge und zur Beförderung des gesammelten Pollens zu den Mittelfüssen und von diesen an die Körbchen der Hinterfüsse benutzen. Vergl. H. A. Pagenstecher, Allgemeine Zoologie. 4. Teil. 1881. S. 371. Bei zahlreichen Lepidopteren befindet sich der Ausschnitt innen am Ende der Schiene, und der mitbeteiligte Sporn (genannt Schienenblatt oder Schienenplatte bei den Lepidopterologen) ist hier die Schiene etwa bis zur Mitte hinaufgerückt und am Innenrande mit Borsten ausgerüstet. Auch unter den Coleopteren kommt eine sehr ähnliche Einrichung vor, aber fast nur bei den meisten Carabiden (Fig. 188*a*) und manchen Staphyliniden. Auf dem scharfen Ausschnitte der Vorderschienen sitzt eine kammartige Reihe starker Borsten, die sich bis an das Ende der Schiene fortsetzt. Der den Ausschnitt begrenzende kräftige Sporn hat keine Auszeichnung. Bei den Staphyliniden (*Lathrobium*, *Cryptobium*) liegt der mit Borsten versehene Ausschnitt näher dem Grunde der Schiene. Eine entsprechende Ausrandung befindet sich gegenüber am Schenkel und ist zum Teil gleichfalls beborstet. Die Reinigung der Fühler findet in der Kniebeuge statt.

Die Vorderbeine werden durch gegenseitiges Putzen gereinigt, und hierzu dienen die Borsten und Haare am Innenrande oder am Ende der Schienen. Das ist aber nur bei einem Teile der Insekten der Fall; denn die Orthopteren, Forficuliden, Coleopteren und Hymenopteren bedienen sich beim Reinigen der Vorderbeine (die ersteren auch der vier hinteren Beine und der Fühler) der Mundteile. Die gegenseitige Reinigung der Hinterbeine kommt bei den meisten Insekten vor, und entsprechende Einrichtungen, z. B. gezähnte Sporne an diesen Beinen, erleichtern dieses Geschäft manchen Hymenopteren.

Eingehender sind die Reinigungswerkzeuge der Insekten von Dahl behandelt.

Das mittlere und hintere Beinpaar.

Bei der Fortbewegung des Körpers von der Stelle vermittelst der Beine sind bei den meisten Insekten zwar alle sechs Beine thätig, aber die Mittel- und Hinterbeine werden bevorzugt. Von den Beinen eines Laufkäfers z. B. sind die vier hinteren Beine die längsten und wegen ihrer schlanken Form für eine schnelle Bewegung geeignet; nicht so die Vorderbeine. Auch die Schwimmkäfer (Dytiscidae), die Drehkäfer (Gyrinidae), die Wasserläufer (Hydrometridae) und Wasserwanzen (*Naucoris, Belostoma*) gebrauchen ihre Vorderbeine nicht während der Fortbewegung durch das Wasser oder auf demselben. Von den genannten Wanzen halten die Hydrometriden die Vorderbeine beim Laufe auf der Oberfläche des Wassers aufrecht, die Schwimmwanzen während des Schwimmens vorgestreckt; ebenso die Gyriniden, während die Dytisciden sie an den Körper ziehen; nur die Mittel- und Hinterbeine führen die Fortbewegung des Körpers aus. Das Springvermögen anderer Insekten hat nur in dem hinteren Beinpaar seinen Sitz. Es erscheint naturgemäss, dass die Fortbewegung eines Körpers leichter von hinten her durch Stossen gegen die Unterlage als von vorn durch Ziehen erfolgt.

Wenn daher eine spezielle Bewegungsart (Schwimmen, Springen) oder eine Beschleunigung der Bewegung erforderlich schien, ohne dass von dem Flugvermögen Gebrauch gemacht wurde, so hatten stets das mittlere und hintere oder nur das letztere Beinpaar dafür einzutreten. Bei solchen Insekten, welche sich vermittelst der Beine in einfacher Weise bewegen, also gehen oder kriechen, und auch die Vorderbeine zu keinen oder nur in untergeordneter Weise zu besonderen Zwecken verwenden, sind die drei Beinpaare einander sehr ähnlich. Das Klettervermögen hängt mit der Form der Beine nicht zusammen; nach Dahl kann das Insektenbein vielmehr im allgemeinen wegen seines Baues geradezu ein Kletterbein genannt werden. Aber für ein möglichst vollkommenes Klettervermögen sind die Fusssohlen vieler Insekten eingerichtet (man wolle S. 278, 280, 281 vergleichen). Ausserdem dienen die Hinterbeine vielfach noch manchen Sonderinteressen, z. B. Reinigen des Körpers und Sammeln von Hausbedarf. Die Zweckmässigkeit spielt auch hier die Hauptrolle, namentlich in Beziehung auf die Reinigung, die am Vorderkörper naturgemäss mit den vorderen, am Hinterkörper mit den hinteren Beinen ausgeführt wird.

Im Hinblick auf die Form und die Funktion der Beine sind zu unterscheiden:

1. Gangbeine,
2. Laufbeine,
3. Schiebebeine,
4. Sprungbeine,
5. Schwimmbeine.

Die **Gangbeine** (und zwar alle drei Paare) haben eine einfache Form und können lang oder kurz sein. Wir finden sie bei den allermeisten Insekten.

Die **Laufbeine** zeichnen sich durch schlanke Form aus. Nur das mittlere und hintere Paar sind dazu ausgebildet. (Fig. 166, S. 273.)

Als **Schiebebeine** sind gleichfalls nur die vier hinteren Beine ausgebildet. Sie sind am Ende verdickt, abgestutzt, mit vorstehendem Rande versehen oder sogar tellerförmig erweitert und finden sich bei langsam auf dem Sande oder überhaupt auf dem lockeren Boden oder im Dung sich bewegenden Insekten. Diese Form der Beine erleichtert die Fortbewegung auf einem nachgiebigen Grunde; die Beine finden eine breitere Stützfläche beim Anstemmen. Es sind die **Blatthornkäfer** (Lamellicornia) und viele **Rüsselkäfer** (Curculionidae), welche diese Beinform aufweisen.

Die **Sprungbeine** unterscheiden sich von den gewöhnlichen Beinen durch die verdickten Schenkel und oft verlängerten Schienen. Nur das hintere Beinpaar ist dazu ausgebildet. Ganze Gruppen von Insekten, freilich nur wenige, sind durch diese Beinform gekennzeichnet. Wir finden sie unter den **Orthopteren** (Locustidae, Acridiidae), **Coleopteren** (Halticidae, Cyphonidae — nur bei *Scirtes* —, und Curculionidae — *Orchestes, Ramphus* —), **Aphanipteren** *(Pulex)* und **Homopteren** (Psylliden, Blattflöhe). Es sind nur Insekten mit grossem Prothorax, welche springen, also solche, deren Flugwerkzeuge nicht oder weniger ausgebildet sind, als bei flugtüchtigen Insekten, deren Prothorax verkürzt ist (S. 236). Das Bestreben, den Luftraum zu durcheilen, welches dem Flugvermögen zu Grunde liegt, wird in unvollkommener Weise von jenen Springern mit Hilfe der Beine eingeleitet. Dem Flugvermögen geht das Springvermögen voran, aber die Flugversuche der Heuschrecken finden häufig zugleich mit dem Springen statt.

Schwimmbeine dienen einer nicht grossen Zahl von Insekten bei schneller Fortbewegung durch das Wasser oder auf demselben. Die Bedingungen, welche an Schwimmwerkzeuge zu stellen sind, nämlich das Vorhandensein einer Ruderfläche an den Fortbewegungswerkzeugen, sind bei den Schwimmern unter den Wasserinsekten ausgezeichnet erfüllt. Die Hinterbeine und die Mittelbeine oder nur eins dieser beiden Beinpaare sind gewöhnlich breit und zusammengedrückt, namentlich die Füsse, und z. T. mit Haaren gefranzt, welche bei der von vorn nach hinten stattfindenden Bewegung des Beines sich ausbreiten und die Ruderfläche desselben dadurch noch wirksamer machen. Eine genaue Beobachtung gestattet ein grösserer Schwimmkäfer (*Dytiscus,* Fig. 192). Bei den Dytisciden und den Arten mehrerer Schwimmwanzengattungen (*Naucoris, Belostoma,*

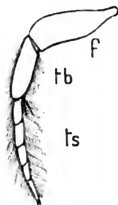


Fig. 192.
Ein Hinterbein eines Schwimmkäfers, *Dytiscus dimidiatus*. Orig. — f, Schenkel; tb, Schiene; ts, Fuss.

Diplonychus, Corisa, Notonecta u. a.) sind hauptsächlich die Hinterbeine zum Schwimmen eingerichtet und ausgerüstet. Die langen, feinen Schwimmhaare befinden sich gewöhnlich an der Schiene und dem Fusse der Hinterbeine, z. B. bei *Dytiscus, Belostoma, Notonecta.* Bei *Halobates* sind nur die Schiene und das lange erste Fussglied der verlängerten Mittelbeine mit Schwimmhaaren besetzt, nicht aber die Schiene und der Fuss der kürzeren Hinterbeine.

Besondere Bildungen und Verrichtungen anderer Art, welche an den hinteren Beinen mancher Insekten angetroffen werden.

Der Sammelapparat an den Hinterbeinen. Diesen treffen wir vornehmlich bei den Bienen (Apidae) an. Die Schiene und das hier sehr grosse Fersenglied sind auffallend breitgedrückt und behaart. In einigen Gattungen (*Apis, Bombus*) ist die am Ende sehr verbreiterte Schiene an der Aussenseite vertieft und an den Rändern mit Haaren, den „Sammelhaaren“ besetzt. Diese Bildung ist mit der Bezeichnung „Körbchen“ belegt, und die damit ausgerüsteten Bienen heissen Körbchensammler. An dem Fersengliede befindet sich zugleich (bei *Apis* und *Bombus*) ein löffelförmiger Fortsatz, der sogenannte Fersenhenkel, mit welchem die Arbeitsbiene das zwischen den mittleren Bauchringen abgesonderte Wachs abhebt. Das breite, behaarte Fersenglied wird „Bürste“ genannt. In anderen Bienengattungen sind die Schienen und das Fersenglied der Hinterbeine dicht mit Haaren bekleidet (Schienensammler). In mehreren Gattungen sind ausser der Schiene und dem Fersengliede auch die Schenkel und Hüften mit langen und dichten Haaren besetzt (Schenkelsammler). Schliesslich werden die „Bauchsammler“ unterschieden.

Zu den Körbchensammlern gehören *Apis* und *Bombus;* zu den Schienensammlern *Anthophora, Eucera, Macropis, Macrocera, Cilissa, Systropha* und *Xylocopa;* zu den Schenkelsammlern *Panurgus, Dufouria, Rhophites, Dasypoda, Andrena, Hylaeus* und *Colletes.* Vergl. E. L. Taschenberg „Die Hymenopteren Deutschlands“. Bremen 1866. S. 249.

Aehnliche Bildungen an den Hinterbeinen mancher Fliegen aus der Familie der Syrphiden sind als Reinigungswerkzeuge anzusehen (F. Dahl, S. 39). Das Fersenglied dieser Beine ist bei manchen Arten derselben erweitert und innen behaart und dient als Bürste zum Reinigen des Körpers, ähnlich wie bei den Bienen, welche aber den abgestreiften Blütenstaub sammeln und in ihren Körbchen forttragen. Vielleicht zur Erleichterung der Reinigungsarbeit sind auch die Schienen der Hinterbeine mancher Fliegen gekrümmt.

In vielen Fällen ist eine besondere Ausbildung an den Beinen nicht immer zu erklären, z. B. das lange, dünne Fersenglied der Männchen von *Dasypogon brevirostris* (Diptera); die dichte Befiederung der Schenkel und Schienen der Mittel- und Hinterbeine von *Empis*

pennipes (Diptera); der dritte hakenförmig umgebogene Sporn am Ende der Hinterschienen der männlichen *Silpha opaca* L. (Coleoptera); die blattförmige Erweiterung der Schenkel mancher Fangheuschrecken (*Empusa, Vates*); die dicken Hinterschenkel und gekrümmten Hinterschienen mancher Chalcididen (Hymenoptera).

Unvollkommene Ausbildung oder Verkümmerung einiger oder aller Beinpaare.

Da nach den erkannten Gesetzen der heutigen Biologie ein Organ durch Nichtgebrauch verkümmert oder infolge der Abweichung vom ursprünglichen Gebrauch eine Veränderung in der Form und Ausbildung erfährt, so ist wohl anzunehmen, dass die Insekten dazu viele Beispiele liefern müssen. Schon oben wurde auf den abweichenden Gebrauch des ersten Beinpaares und die Beschränkung der zwei hinteren Beinpaare auf die ursprünglichen Funktionen bei der Fortbewegung und während der Ruhe hingewiesen. Es ist nicht auffällig, dass bei manchen Insekten die Vorderbeine ihre Füsse teilweise oder ganz verloren, bei anderen die Beine überhaupt eine Verkürzung oder Verkümmerung erfahren haben.

Unter den grabenden Käfern fehlen vornehmlich den Arten einiger Mistkäfergattungen die Füsse der Vorderbeine, nämlich *Ateuchus*, *Mnematium*, *Pachylomera*, *Circellium*, *Sceliagus*, *Eucranium*, *Deltochilum*, *Chalconotus*, *Dendropoemon*. Das gilt hier von beiden Geschlechtern. Dagegen sind sie nur dem männlichen Geschlecht abhanden gekommen in den amerikanischen Gattungen *Phanaeus*, *Gromphas* und *Streblopus;* doch sind sie bei den Weibchen sehr klein und fehlen auch diesem Geschlecht bei manchen Arten der ersteren Gattung. Ebenso sind sie nicht in der artenreichen Gattung *Onitis*, welche die wärmeren Länder der östlichen Erdhälfte bewohnt, vorhanden, ausser bei den Weibchen einiger Arten. Der eigentümlichen Gattung *Stenosternus* fehlen nicht nur die Vorderfüsse, sondern auch die Füsse der Mittel- und Hinterbeine sind bis auf ein Rudiment in Gestalt eines einfachen, spornähnlichen, krallenlosen Gliedes verkümmert.

Das Krallenglied fehlt der Rüsselkäfergattung *Anoplus*; klein und versteckt erscheint es bei *Cryptoplus*, *Tanysphyrus*, *Brachypus* und *Brachonyx*.

Auch bei einer grossen Zahl von Arten der Tagschmetterlinge sind, wie schon oben bemerkt, die Vorderbeine klein und verstümmelt, aber die vier Hinterbeine vollständig. Diese Schmetterlinge sitzen nur auf vier Füssen; denn die verkümmerten Vorderbeine sind nach oben gezogen und an die Brust gelegt. Folgende Uebersicht zeigt die Art der Ausbildung bei den Familien der Tagschmetterlinge an.

1. In beiden Geschlechtern die Vorderbeine vollkommen ausgebildet:

   Papilionidae, Pieridae und Hesperiidae.

2. In beiden Geschlechtern die Vorderbeine fast gleich und vollkommen ausgebildet, nur fehlen im männlichen Geschlecht die Krallen:
   Lycaenidae.
3. Vorderbeine beim Männchen verkümmert, beim Weibchen vollkommen ausgebildet:
   Erycinidae und Libytheidae.
4. Vorderbeine in beiden Geschlechtern, aber beim Männchen mehr als beim Weibchen verkümmert:
   Danaidae, Acraeidae, Heliconiidae, Nymphalidae, Morphidae, Brassolidae und Satyridae.

Unter den Nachtschmetterlingen giebt es Beispiele von Verkümmerung ähnlicher Art; denn z. B. fehlen die Tarsen an den Vorderbeinen der Männchen von *Litognatha nubilifasciata*, einer Art der Deltoinen (Noctuiden). S. John B. Smith, Entom. Americana. Vol. 5. 1889. S. 110. Taf. 2. Fig. Verkümmert sind auch die Hinterfüsse von *Hepialus hectus*.

In anderen Ordnungen ist eine Verkümmerung eines Beinpaares sehr selten. Bei *Xya variegata* Charp., einer Art der Grylliden, sind die Hinterbeine am Ende verkümmert, die Schenkel sind lang und dick, die Schienen dünn, aber die Füsse fehlen.

Wenn reife weibliche Insekten keine Beine besitzen oder nur Beinstummel aufweisen, so verbindet sich dieser Mangel mit einer sehr lokalisierten Lebensweise. Die Weibchen der *Psyche*-Arten (Nachtschmetterlinge) bewohnen bis zum Tode die Gehäuse oder sogenannten Säcke, welche bereits von den Larven angefertigt und bewohnt waren. Sie sind gleich den Larven fast wurmähnlich und fusslos oder besitzen kurze Stummeln an der Stelle der Beine. Die Weibchen mehrerer Cocciden besitzen keine Beine, z. B. die Arten der Gattungen *Ascelis, Mytilaspis, Leucaspis, Pollinia* u. a. Das Weibchen von *Opisthoscelis* weist nach H. L. Schrader (Trans. Ent. Soc. New-South-Wales. I. 1863. S. 6) nur zwei lange Hinterbeine auf.

Fusslos sind auch die im Körper von Hymenopteren schmarotzenden Weibchen der Strepsipteren *(Stylops, Xenos)*.

Inbetreff der Wasserwanzen möge S. 287 nachgesehen werden.

Viel weiter ist die Verkümmerung der Beine oder vollständige Fusslosigkeit unter den früheren Entwicklungsstadien der Insekten verbreitet. Davon ausgeschlossen sind aber von vorneherein diejenigen Insekten, welche schon im Larvenzustande dem entwickelten Insekt mehr oder weniger ähnlich sehen, also die Dermapteren, Ephemeriden, Plecopteren, Orthopteren, Corrodentien, Thysanopteren und Rhynchoten, ferner die Odonaten, Neuropteren, Panorpaten und Trichopteren. Dagegen kommen die Dipteren, Lepidopteren, Hymenopteren, Siphonapteren und Coleopteren in Betracht.

Die Dipterenlarven sind meist madenförmig und stets fusslos, doch finden sich zuweilen Fussstummeln, namentlich am ersten

Brustsegment, oder sie sind an diesem Segment mit einem einzigen oft einziehbaren Haftfusse oder mit einer als Fuss dienenden unpaaren Chitinplatte, welche aus einer queren Spalte des dritten Ringes hervorstreckbar ist; auch oft mit Bauchfüssen (Pseudopodien) oder queren bedornten Kriechschwielen oder Saugscheiben am Abdomen versehen (Brauer). Kriechschwielen an der Bauchseite vom Mesothorax an besitzen die Larven der Empiden; diejenigen der Dolichopoden an der Unterseite am Vorderrande des fünften bis zehnten Ringes, d. i. vom Ende des Metathorax bis zum letzten Hinterleibssegment ein Paar bauchfussähnlicher, aus Kriechschwielen hervorstreckbarer, am Ende mit Häkchen bewehrter Fortsätze. Bei den Larven der Chironomiden ist der erste auf den Kopf folgende Ring nur mit einem einfachen oder geteilten Fussstummel versehen, der bei den Bibioniden-, Culiciden- und Mycetophilidenlarven ganz fehlt.

Die Lepidopterenlarven (Schmetterlingsraupen) sind zum allergrössten Teile mit wohlentwickelten kurzen Brustfüssen und ausserdem mit mehreren Scheinfüssen an den Hinterleibsringen versehen. Doch giebt es Beispiele von Fusslosigkeit der Raupen in mehreren Gattungen der Kleinschmetterlinge, z. B. *Phyllocnistis* (Tineidae), welche in Blättern minieren. Wie sechs schwarze Punkte erscheinen die verkümmerten Brustbeine der Raupe von *Lyonetia clerckella* L. (vergl. Zeller, Linnaea Entom. III. S. 256). Stainton führt als Gattungen mit fusslosen Raupen *Nepticula, Phyllocnistis, Antispila, Tinagma, Micropteryx* und *Tinea bistriqella* auf. Nur zwei Paar Brustbeine finden sich bei den Raupen von *Cemiostoma*.

Die zum allergrössten Teile schmarotzenden Larven der Hymenopteren zeichnen sich durch gänzliche Fusslosigkeit aus; die Larven der Blatt- und Holzwespenlarven (Tenthredinidae und Siricidae) besitzen Brustbeine, erstere auch Scheinfüsse am Hinterleib.

Die Flohlarven (Siphonaptera) sind fusslose Würmchen.

Obgleich die Larven der allermeisten Käfer drei Paar Beine aufzuweisen haben, vermissen wir diese gewöhnlich bei den im Innern von Pflanzen lebenden Käferlarven, vor allen bei denjenigen der Buprestiden, Eucnemiden und Rhynchophoren, zu denen die Rüsselkäfer (Curculionidae) und Borkenkäfer (Tomicidae) gehören. Ferner bei den Larven vieler Cerambyciden. Die Larve von *Eupsalis minuta* (Brenthidae) besitzt drei Paar sehr kurzer Brustfüsse (Riley).

Den Larven der Passaliden, welche über die meisten Erdteile verbreitet sind und unter Rinde leben, fehlt das hintere Beinpaar, obgleich die beiden vorderen Beinpaare gut entwickelt und ziemlich lang sind, bis auf ein sehr kleines Rudiment.

Litteratur.

Strauss-Durckheim, H., Considérations générales sur l'anatomie comparée des Animaux Articulés. Paris 1828.

Kirby, W., und W. Spence, Einleitung in die Entomologie. Herausgegeb. von Oken. 2. Bd. 1824, S. 343—374, 407—413; 3. Bd. 1827, S. 690—737.

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Bd. 1832, S. 106—114, 260—263, 281—283, 485—494.

Graber, V., Die Insekten. I. Teil. 1877. S. 157—183.

—, —, Ueber die Mechanik des Insektenkörpers. (Biolog. Centralbl. 4. Bd. 1884. S. 560—570.)

—, —, Die äusseren mechanischen Werkzeuge der Tiere. II. Teil. Wirbellose Tiere. 1886. S. 175—182, 208—210.

Newport, G., Insects. (Todd, Cylopaedia. Vol. II. 1839.)

West, Tuffen, The Foot of the Fly; its Structure and Action: elucitated by comparison with the feet of other Insects etc. Part I. Mit 1 Taf. (Transact. Linn. Soc. London. Vol. 23. P. II. 1861. S. 393—421.)

Pokorsky Joravko, A. von, Quelques remarques sur le dernier article du tarse des Hyménoptères. (Bull. Soc. Imp. Natural. Moscou. 1844. T. 17. S. 149—159. — Ref. Isis. 1848. V. S. 347.)

Rossmässler, E. A., Das Bein der Insekten. (Aus der Heimath. Jahrg. 1860. 3. Kap. S. 327—334. Mit Fig.)

Mac Leay, W. S., On the Structure of the Tarsus in the Tetramerous Coleoptera of the French Entomologists. (Transact. Linn. Soc. London. Vol. 15. 1825. S. 63—73.)

Brullé, M., Recherches sur les transformations des appendices dans les Articulés. (Annal. d. scienc. naturell. 3. sér. II. 1844, S. 271—374. 1 Taf.) Berichtigungen hierzu von Erichson, Jahresber. 1844. S. 3—4.

Lindemann, C, Notizen zur Lehre vom äusseren Skelete der Insekten (Gelenke und Muskeln der Füsse). Mit 1 Taf. (Bull. soc. imp. d. natur. Moscou. T. 37. 1864. S. 426—432.)

Dahl, F., Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktionen der Insektenbeine. (Archiv f. Naturgesch. 50. Jahrg. 1884. S. 146 bis 193. Mit 3 Taf. — Sep. 48 S. — Vorläuf. Mitteil. im Zool. Anz. 1884. S. 38—41.)

Speyer, O., Untersuchung der Beine der Schmetterlinge. (Isis. 1843. S. 161—207, 243—264.)

Canestrini, J., Ueber ein sonderbares Organ der Hymenopteren. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 421—422.)

Liebe, O., Die Gelenke der Insekten. Chemnitz 1873. 4. 1 Taf.

Sundevall, C., Om Insekternas extremiteter samt deras hufoud och munddelar. (Kongl. Vetenskaps Akad. Handlingar.) III. Nr. 9. 1861.

Langer, K., Ueber den Gelenkbau bei den Arthrozoen. Vierter Beitrag zur vergleichenden Anatomie und Mechanik der Gelenke. (Denkschriften der Akad. d. Wissensch. Wien. XVIII. Bd. Physikal.-mathem. Classe, S. 99—140. 3 Taf.)

Ockler, A., Das Krallenglied am Insektenfuss. Mit 2 Taf. (Archiv f. Naturgesch. 1890. S. 221—262.)

Dewitz, H., Ueber die Fortbewegung der Tiere an senkrechten glatten Flächen vermittelst eines Sekretes. Mit 3 Taf. (Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 33. 1884. S. 440—481.)

I. Der Hinterleib.

Wir betrachten jetzt den hinteren Körperabschnitt, den Hinterleib. Dass dieser von dem Mittelkörper meist sehr deutlich abgegrenzt ist, wurde schon in einem früheren Kapitel dieses Buches hervorgehoben. Die Grenze wird auf der Bauchseite durch den Hinterrand des hinteren Brustschildes oder Metasternum und die Hüften der Hinterbeine gebildet (Fig. 193), auf der Rückenseite durch das Hinterrandstück (Metaphragma) des Hinterrückens, Metanotum (Fig. 151 ph, S. 240). Ausserdem vergewissern uns das dritte Beinpaar und das hintere Flügelpaar, dass der diese Anhänge tragende Körperring das dritte Brustsegment ist, auf welches der Hinterleib folgt (Fig. 54, S. 126 u. Fig. 55, S. 127). Da die Ausbildung der Körpersegmente eine sehr verschiedenartige und namentlich die Grösse der Segmente des Brustabschnitts eine oft enorme ist, was aus der Entwicklung der Bewegungswerkzeuge und der Muskeln, sowie aus der Bethätigung der ersteren sich erklärt, so ist ein um-

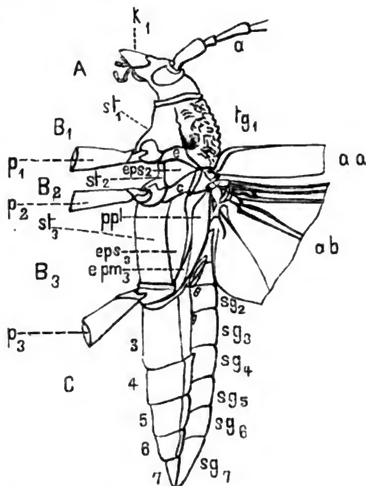


Fig. 193. Körper des grossen Eichenbocks, *Cerambyx cerdo* L. Die anhängenden Organteile sind verkürzt dargestellt. Orig.
A, Kopf; B_1 bis B_3, erster bis dritter Brustring; st_3, hinterer Brustschild, Metasternum; p_3, eines der beiden Hinterbeine; C, Hinterleib mit den 7 freien Segmenten $sg_1 - sg_7$; von den beiden ersten Segmenten (sg_1 und sg_2) ist nur der Rückenhalbring zu sehen.

bildender Einfluss des Brustabschnitts auf den zunächst sich anschliessenden Ring des Hinterleibes unverkennbar. Wir finden deswegen den ersten Hinterleibsring bald selbständig und den folgenden Hinterleibsringen gleich gebaut, bald eng mit dem Brustabschnitt verwachsen und von den übrigen Hinterleibsringen abgesondert. Wenn der erste Hinterleibsring sich dem Brustabschnitt eng anschliesst, so ist die Rückenplatte desselben in solchem Falle oft allein erhalten geblieben; sie bildet bei denjenigen Insekten, die in dieser Beziehung den grössten Fortschritt bekunden, nämlich bei einem grossen Teile der Hymenopteren (Hymenoptera Apocrita), die dicht anschliessende Hinterwand des Brustkastens (Fig. 194 sg_1). In Wirklichkeit ist das erste Hinterleibssegment bei diesen Insekten zum Brustabschnitt gezogen, von welchem es nur anatomisch, nicht physiologisch zu trennen ist. Es wird deswegen als „Mittelsegment" bezeichnet.

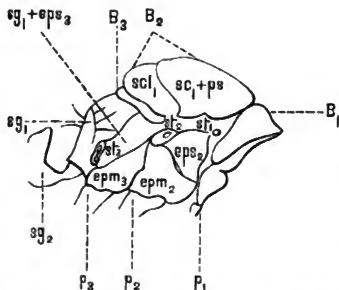


Fig. 194. Brustabschnitt einer Ameise, *Atta barbara* L. Nach Brauer.
B_1, Vorderer Brustring, Prothorax; p_1, Grundteil eines Vorderbeins.
B_2, Mittlerer Brustring, Mesothorax; $sc_1 + ps$, Mesoscutum + Präscutum; scl_1, Scutellum; eps_2, Episternum; epm_2, Epimeron; p_2, Grundteil eines Mittelbeins; st_1, erstes Stigma (Luftloch).
B_3, Hinterer Brustring, Metathorax; epm_3, Epimeron; p_3, Grundteil eines Hinterbeins; st_2, Zweites Stigma; sg_1, erster Ring des Hinterleibes; $sg_1 + eps_3$, mit dem Episternum des Metathorax verschmolzener Teil des ersten Hinterleibsringes; st_3, drittes Stigma; sg_2, zweiter Ring des Hinterleibes.

In anderen Fällen (Käfer) ist zwar die Bauchplatte des ersten Hinterleibssegments verschwunden, unterdrückt oder sehr verkümmert, aber auf der Rückenseite gleicht es den übrigen Hinterleibsringen. Es ist augenscheinlich, dass der Bauchteil des ersten Hinterleibsringes auf Kosten der grossen Hinterbrust und der Hinterhüften eingegangen ist.

Neben den Hymenopteren und Coleopteren sind es die megalopteren Neuropteren, Panorpiden, Trichopteren, Mikrolepidopteren, Perliden, Embiiden, Orthopteren z. T. und Termiten, deren erstes Hinterleibssegment die Bauchplatte mehr oder weniger und oft vollständig verloren hat.

Nur bei einer geringen Zahl von Insekten bleibt der erste Hinterleibsring vollständig, und zwar sowohl in den auf einer niedrigen Stufe stehenden Ordnungen (Libelluliden, Ephemeriden, Sialiden, Dermapteren, Orthopteren z. T.) als auch bei den Dipteren, Hemipteren und Makrolepidopteren.

Bei manchen Coleopteren lässt sich die Bauchplatte des ersten

Hinterleibsringes noch deutlich nachweisen, z. B. bei den Arten von *Geotrypes*, deren erster Bauchhalbring kurz und sehr zarthäutig ist, und *Meloe*, wo dem weichhäutigen ersten Bauchhalbring hinsichlich seiner Grösse der Wert eines Segments anzusehen ist. Er ist sehr deutlich ausgebildet und jederseits neben den Pleuren sichtbar, wenn die Flügeldecken aufgebogen werden.

Bei einem afrikanischen Nashornkäfer, *Augosoma centaurus*, ist von dem ersten Bauchsegment ein kräftiger Chitinstreifen übrig geblieben, welcher von dem zweiten Bauchsegment durch eine Zwischenhaut getrennt ist. Dieser Chitinstreifen bildet den Hinterrand einer Verbindungshaut zwischen dem zweiten Bauchsegment und dem dritten Brustsegment.

Bei den Hungerwespen (Evaniidae), welche mit den Schlupfwespen nahe verwandt sind, ist der Hinterleib mit seinem Grundteile hoch am Mittelkörper hinaufgerückt und sitzt hier oben am Mittelsegment nahe dem Hinterrücken. Diese Verbindungsweise des Hinterkörpers mit dem Mittelkörper verleiht den genannten Insekten ein eigentümliches Aussehen und ist für diese Familie charakteristisch, kommt aber vereinzelt auch bei anderen Hymenopteren vor, z. B. bei *Liopteron* Westw. (Cynipidae) und *Coenocoelius* Westw. (Braconidae).

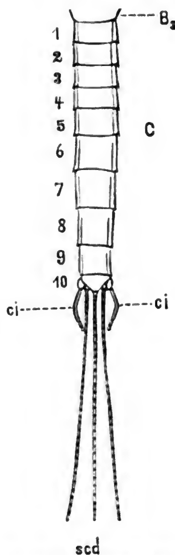


Fig. 195. Hinterleib einer männlichen Eintagsfliege, *Ephemera vulgata*, von oben gesehen. Orig.
1—10, die zehn Ringe; B_3, hinterer Teil des dritten Brustringes; ci, die beiden Haltezangen; scd, die drei borstenförmigen Schwanzfäden, welche in der Figur abgekürzt sind.

Die Gliederung des Hinterleibes.

Der Hinterleib besteht aus zehn Ringen (Fig. 195); die Embryologen finden am Embryo zuweilen die Anlage von elf Ringen. Wenn anscheinend beim entwickelten Insekt elf Ringe vorkommen, z. B. bei der grossen Laubheuschrecke, *Locusta viridissima*, dann wird angenommen, dass der elfte Ring, weil durch Teilung des zehnten entstanden, kein selbständiges Segment darstellt. Den Abschluss des Hinterleibes bildet das Afterstück, welches nicht als ein eigentliches Segment zu betrachten ist (E. Haase). Es trägt die Afteröffnung und die Afterklappen. Bei den Libellenlarven erscheint das Afterstück mit den Anhängen als ein selbständiges Segment.

Zehn freie Segmente, wie sie die Abbildung (Fig. 195) zeigt, finden wir bei den Odonaten (Fig. 54, S. 126), Ephemeriden, Orthopteren (zuweilen nur acht oder neun

frei), Perliden und Thysanuren. Bei den übrigen Insekten sind das letzte oder die zwei, drei, sogar vier letzten Ringe eingezogen und bei vielen Insekten rückgebildet oder umgebildet (Fig. 196). Gewöhnlich werden die letzten Bauchhalbringe mehr verändert, beziehungsweise unterdrückt, als die entsprechenden Rückenhalbringe. Deswegen finden wir bei solchen Insekten (namentlich bei den Coleopteren und Hymenopteren) mehr freie Rückenhalbringe als Bauchhalbringe, wozu noch der häufige Mangel des ersten Bauchhalbringes kommt. Die Umbildung der letzten eingezogenen Segmente ist nach der Ordnung, Familie und Gattung sehr verschieden.

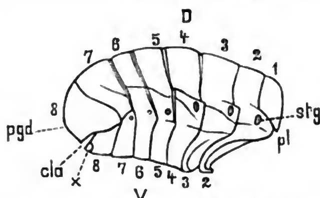


Fig. 196. Hinterleib eines indischen Nashornkäfers, *Xylotrypes gideon*. Orig.
D, Rückenseite; V, Bauchseite; 1—8, die acht ersten Hinterleibsringe; pl, die Seitenstücke mit den Luftlöchern (Stigmen) stg; cla, Kloake, in welcher die eingezogenen beiden letzten (9. und 10.) Hinterleibsringe mit der Geschlechtsöffnung und Afteröffnung stecken; pgd, das sogenannte Pygidium; x, Ausrandung.

Die wesentlichsten Veränderungen in der Bildung der letzten Hinterleibsringe werden durch die in und an diesen befindlichen Fortpflanzungs- und Begattungsorgane hervorgerufen. Das ist naturgemäss bei beiden Geschlechtern der Fall.

Die weiblichen Insekten besitzen entweder eine einfache Geschlechtsöffnung oder einen Legebohrer (Legestachel). (S. 315.)

Die einfache Geschlechtsöffnung findet sich namentlich bei den Weibchen der Dipteren, Lepidopteren, Neuropteren, Puliciden und Coleopteren. Sie gehört meist zum neunten Segment und ist oft fast unmittelbar unter der Afteröffnung zu suchen. Im Zustande der Ruhe ist sie gewöhnlich versteckt, da sie entweder von klappenartigen Vorsprüngen umgeben ist oder innerhalb einer kloakenartigen Vertiefung der Hinterleibsspitze liegt. Bei manchen der genannten Insekten sind die letzten Hinterleibsringe zu einer dünnen Legeröhre verlängert (Fig. 197 u. 308), welche fernrohrartig hervorgestreckt und wieder eingezogen werden kann. Das Weibchen von *Luciola lusitanica* streckt nach Peragallo beim Eierlegen eine Legeröhre hervor, welche die halbe Länge des Hinterleibes fasst. An der Spitze der Legeröhre befindet sich unter der Oeffnung des Afters die Geschlechtsöffnung. Diese wird bei vielen Arten von einem Paar kleiner palpenförmiger Anhänge flankiert, den Genitaltastern, welche beim Suchen nach einem

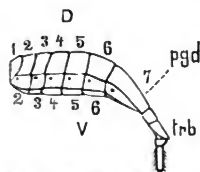


Fig. 197. Hinterleib einer weiblichen Nonne, *Psilura monacha* L. Orig.
1—7, erster bis siebenter Hinterleibsring; D, Rückenseite; V, Bauchseite; pgd, Pygidium; trb, Legeröhre.

passenden Orte, an dem die Eier unterzubringen sind, verwendet werden (Fig. 198 II, IV pg; 201 pg). Bei allen denjenigen Insekten, welche ihre Eier gewöhnlich offen an einer geeigneten Stelle ablegen, ist eine Legeröhre überflüssig; denn diese dient dazu, die Eier in Spalten, Ritzen und sonstige Verstecke zu schieben, wie das viele Dipteren, Coleopteren und manche Lepidopteren aus den Familien der Bombyciden, Xylotrophen usw. thun. Eigentümlich ist die Legeröhre des grossen Palmenbohrers, *Rhynchophorus phoenicis* (afrikanischer Rüsselkäfer) gebaut. Heben wir das die Legeröhre vorstellende hornige Gebilde (Fig. 198 I), welches die Form einer Ruthe hat, aus dem Endteile des Leibes heraus, so sehen wir vor uns das Produkt der Umbildung der

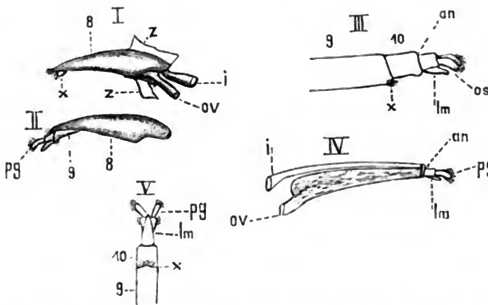


Fig. 198. Legeröhre eines Rüsselkäfers, *Rhynchophorus phoenicis*. Vergrössert. Orig.
I. Das achte Segment (8), welches etuiförmig das neunte und zehnte Segment umschliesst. x, die Spitze des neunten Segments; z, abgerissene Verbindungshaut zwischen dem achten und siebenten Segment; i, Darmrohr (intestinum); ov, Eileiter (oviductus).
II. Dasselbe, die eigentliche Legeröhre etwas hervorgestreckt, wie beim Akte des Eierlegens. pg, einer der beiden Genitaltaster; 9, neuntes Segment.
III. Die von der Kapsel (8) befreite Legeröhre, noch mehr vergrössert. 9, neuntes Segment; 10, zehntes Segment; an, Mündung des Darmrohrs; os, Mündung des Eileiters; lm, Gleitplatte für die austretenden Eier; x, entspricht dem x in Fig. I.
IV. Die inneren Organe der Legeröhre, von den Hinterleibsringen 8—10 befreit. i, Darmrohr (intestinum); an, dessen Mündung; ov, der von einem Mantel mehrerer Häute und Muskelschichten umgebene Eileiter (oviductus); pg, einer der beiden Genitaltaster; lm, Gleitplatte für die Eier.
V. Die von der Kapsel befreite Legeröhre von der Unterseite gesehen. pg, die beiden Genitaltaster; lm, Gleitplatte für die Eier; x entspricht dem x in Fig. I.

drei letzten Segmente (8. bis 10.). Aber das kapselförmige achte Segment schliesst die fernrohrartig zu verlängernden beiden letzten Segmente ein (Fig. 198 III). Die Geschlechtsöffnung (os) findet sich am Ende des zehnten Segments. Der Eileiter ist etwas vorgezogen und trägt am Ende zwei Taster (pg) und eine unterständige Klappe (lm), die Gleitplatte für die Eier.

Sehr eigentümlich erscheint der Legeapparat der Schwimmkäfer, *Dytiscus* (Fig. 199). Hier ist der Bauchteil des neunten Segments von dem zugehörigen Rückenteil weit getrennt und säbelförmig aus-

gezogen. Die hintere Klappe (vl) des neunten Segments ist lang und schmal und verschliesst die in der taschenförmigen hinteren Vertiefung des langen säbelförmigen Teiles befindliche Geschlechtsöffnung von unten. Die Schiene 10i gehört zu der Bauchseite des zehnten Segments. Die Aehnlichkeit dieses Legeapparates mit einem Legestachel der Heuschrecken ist nicht zu verkennen; indes bilden keine Anhänge des neunten Segments den Legeapparat, sondern der Bauchteil dieses Segments selbst ist legestachelförmig. In der Ruhe ist der Legeapparat in das achte Segment zurückgezogen, welches wiederum in dem siebenten Segment steckt, so dass von dem achten bis zehnten Segment unterseits nichts zu sehen ist. Die Bauchhälfte des siebenten Segments schliesst äusserlich den Hinterleib ab.

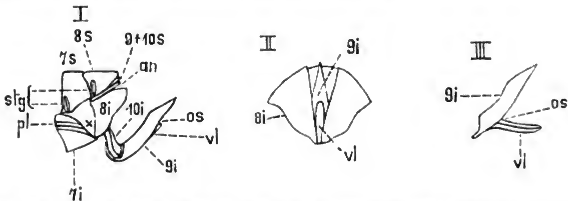


Fig. 199. Das Endstück des Hinterleibes eines weiblichen Schwimmkäfers, *Dytiscus marginalis*. Orig.

I. Hinterleibsende mit dem ausgestülpen Legeapparat. 7 s, Rückenhalbring (Tergit) des siebenten Segments; 8 s, desgl. vom achten Segment; 9 u. 10 s, Rückenteile des neunten und zehnten Segments, unter dem achten Segment verborgen; an, Afteröffnung; 7 i, Bauchhalbring (Sternit) des siebenten Segments, nimmt in der natürlichen Lage den Bauchhalbring (8 i) des achten Segments in sich auf; 9 i, umgebildeter Bauchhalbring des neunten Segments; os, Geschlechtsöffnung (vulva), von einer Klappe (vl) bedeckt; 10 i, umgebildeter Bauchhalbring des zehnten Segments; x, Verbindungshaut zwischen dem 7. und 8. Bauchhalbring; pl, Seitenstücke; stg, Stigmen (Luftlöcher).

II. Achter Bauchhalbring (8 i). Hinter dem Spalt der Legeapparat, aus dem umgebildeten neunten Bauchhalbring (9 i) entstanden; vl, Verschlussklappe der Geschlechtsöffnung (vulva).

III. Der Legeapparat mit gehobener Klappe vl; os, Geschlechtsöffnung.

Die Zahl der eingezogenen Segmente ist bei vielen Insekten nach dem Geschlecht verschieden. Daher kommt es, dass die Zahl der sichtbaren Segmente beim Männchen zahlreicher Arten eine andere ist als beim Weibchen. So sind z. B. bei den Arten von *Brachinus* (Bombardierkäfer) im männlichen Geschlecht sieben und im weiblichen acht Bauchhalbringe sichtbar. Der Rücken des Hinterleibes der männlichen Cicindelen zeigt einen freien Halbring mehr als der der weiblichen. Dasselbe ist bei den Bienen *(Apis, Bombus)* der Fall.

Die eingezogenen Segmente bleiben entweder weichhäutig oder werden harthäutig. Oft sind sie so verkümmert, dass sie nicht mehr als ursprüngliche Segmente zu erkennen sind, wenn sie nicht in dem Entwicklungsgange von der Larve an verfolgt werden. Bei vielen Insekten sind sie aber recht deutlich zu unterscheiden, wenn sie aus dem scheinbar letzten (dritt- oder viertletzten) Segment her-

ausgehoben werden. Bei dem männlichen Puppenräuber, *Calosoma sycophanta,* finden sich acht freie Rückenhalbringe. Unter dem achten Rückenhalbringe sind noch zwei deutliche Halbringe verborgen, deren letzter unterhalb die Aftermündung zeigt. Unter dem letzten freien Bauchhalbringe, welcher zu dem siebenten Rückenhalbringe gehört, liegt ein ziemlich grosser, teilweise häutiger Halbring. Dieser gehört nicht zum achten, sondern zum neunten Segment; der achte Bauchhalbring ist sehr verkürzt, fast verschwunden, nur an den Seiten deutlich, wo er sich mit dem achten Rückenhalbring verbindet. Zwischen dem neunten Bauchhalbring und dem After ist der Begattungsapparat angebracht.

Bei vielen männlichen Käfern ist das eingezogene achte Segment auf der Bauchseite bis auf den Grund dreieckig ausgeschnitten. Der Zweck ist die freiere Beweglichkeit des Begattungsgliedes, welches unter dem Bauchschilde des achten Segments im neunten Segment steckt (Fig. 235). Bei *Dytiscus* ist diese Bildung im weiblichen Geschlecht ganz ähnlich (Fig. 199 II). Bei *Rhynchophorus* ist die Oberseite des achten Segments gespalten.

Nur aus drei oder vier Segmenten scheint der Hinterleib der Goldwespen (Chrysididae) zu bestehen; denn die letzten Segmente werden fernrohrartig eingeschoben und sind dann von aussen nicht sichtbar.

Am vollständigsten haben sich die Segmente des Hinterleibes bei den Jugendständen (Larve, Puppe) erhalten. Die Zahl 10 ist hier die gewöhnliche, wenigstens bei den Larven. Ausgenommen sind die Dipterenlarven (Maden), deren Körper ausser dem Kopfe meist elf Ringe zeigt, von denen drei auf die Brust und acht auf den Hinterleib kommen. Prof. Brauer fand jedoch, dass der letzte Leibesring mancher Dipterenlarven (Blepharoceriden) in Wirklichkeit aus zwei Ringen besteht.

Zehn Hinterleibsringe kommen zwar den allermeisten Käferlarven zu, aber dennoch giebt es einige bemerkenswerte Ausnahmen. Die Larven der Schwimmkäfer (Dytiscidae), z. B. *Colymbetes, Agabus, Ilybius, Acilius* und *Dytiscus,* und der Rohrkäfer (*Donacia*) besitzen nämlich nur acht Hinterleibsringe. Auch neun Segmente kommen vor, z. B. bei den Larven einiger Hydrophiliden, Cerambyciden und Heteromeren. Oft aber ist das zehnte Segment klein, unter das neunte geschoben und zu einem Afterfuss umgebildet, z. B. bei den Larven der Elateriden, vieler Staphyliniden und Heteromeren. Bei den Larven vieler Lepidopteren ist das zehnte Hinterleibssegment mit dem neunten verschmolzen.

Die Larven derjenigen Insekten, deren Hinterleib im entwickelten Zustande anscheinend nicht mehr zehngliedrig, gewöhnlich nur scheinbar acht-, sieben- oder sogar sechsgliederig ist, weil die letzten Segmente ineinander geschoben, eingezogen und von aussen nicht sichtbar, zuweilen auch teilweise unterdrückt sind, lassen meist zehn deutliche Hinterleibssegmente erkennen. Die Einschiebung der letzten

Segmente findet während des Nymphenzustandes statt. Man möge die Hinterleibsringe des Eichenbocks (Cerambyx cerdo) und diejenigen seiner Larve miteinander vergleichen (Fig. 200 u. 201). Bei der Larve bereits gleichen die letzten den übrigen Segmenten nicht. Bei dem Käfer (Fig. 193) sind die drei letzten Segmente unter das viertletzte geschoben, so dass höchstens nur die Spitze des letzten zu sehen ist. Beim seitlichen Drucke schieben sich die versteckten Segmente ein wenig vor; aber nur das letzte zeigt sich deutlich. Beim Eierlegen aber werden die drei letzten Segmente als Legerohr weit herausgestreckt (Fig. 201).

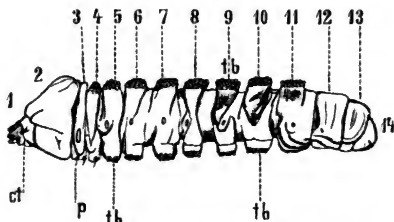


Fig. 200. Larve des grossen Eichenkrebs, *Cerambyx cerdo L.* Orig. — 1, der Kopf; 2 bis 4, die drei Brustsegmente mit den kurzen Beinen p; 5—14, die zehn Segmente des Hinterleibes; tb, die zur Fortbewegung innerhalb der Frassgänge im Holze dienenden höckerförmigen Rücken- und Bauchschwielen.

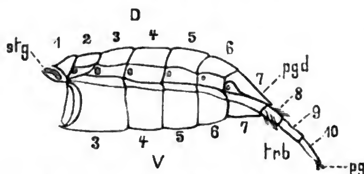


Fig. 201. Hinterleib eines weiblichen Bockkäfers (*Cerambyx cerdo L.*, grosser Eichenbock). Orig. — D. Rückseite; V, Bauchseite; 1—10, die zehn Ringe (Segmente), von denen die 3 letzten eine Legeröhre trb bilden; pg, die Genitaltaster der Legeröhre; pgd, Pygidium; stg, das grosse Stigma (Luftloch) zwischen dem dritten Brustringe und dem ersten Hinterleibsringe.

Dasjenige Segment, welches unten oder oben als Kloakdecke (Pygidium) den Leib äusserlich abschliesst, auch dreieckig zugespitzt ist, so dass es den Anschein erweckt, als ob es wirklich das letzte sei (Fig. 193 sg_7), wird in vielen entomologischen, bezw. deskriptiven Werken in der That auch als das letzte bezeichnet, obgleich z. B. bei den Coleopteren und Hymenopteren noch zwei oder drei eingezogene Segmente in dem scheinbar letzten (fälschlich als Aftersegment bezeichneten) enthalten sind (Fig. 201). Auch ist es mit Unrecht gebräuchlich, dem Insekt nur soviel Hinterleibssegmente zuzusprechen als äusserlich sichtbar sind.

Bei vielen Insekten sind die letzten Segmente hauptsächlich auf der Bauchseite eingezogen, verkümmert, versteckt oder umgebildet, während die letzten Rückenhalbringe meist sichtbar bleiben. Vergl. Fig. 212.

Der Hinterleib ist entweder mehr oder weniger beweglich oder unbeweglich mit dem Mittelkörper verbunden. Bei vielen Hymenopteren, z. B. Bienen, Wespen und Ameisen (auch bei manchen Dipteren, z. B. *Ptychoptera*), ist der Hinterleib am Grunde taillenförmig eingeschnürt oder sogar stielartig verdünnt, infolgedessen seine Spitze namentlich von unten her nach vorn gerichtet werden kann, was den Bienen und Wespen das Stechen und den Ameisen das Zielen beim Ausspritzen des Giftstoffes sehr erleichtert. Die Wasserjungfern (Libellulidae) vermögen den Hinterleib gleichfalls nach vorn zu krümmen, aber hier sind alle Segmente zu einander sehr beweglich, ausser den beiden ersten. Die geringste gegenseitige Beweglichkeit des Hinterleibes, oft sogar völlige Unbeweglichkeit finden wir bei den durch einen grossen Vorderbrustring ausgezeichneten Insekten, also bei den Orthopteren, Coleopteren und Rhynchoten. Als eine natürliche Folge der geringen Beweglichkeit ist die Verwachsung einiger Segmente an der Bauchseite zu betrachten, die wir bei zahlreichen Coleopteren, namentlich den Carabiden, Dytisciden, Curculioniden u. a. finden. Frei zu einander beweglich sind die Segmente der Staphyliniden, Silphiden, Malacodermaten, Chrysomeliden usw.

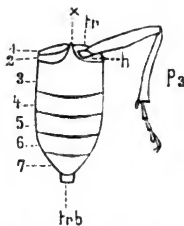


Fig. 202. Hinterleib eines Bockkäfers aus der Gattung *Placoederus*, von der Bauchseite gesehen. Orig.
1—7, Die sieben ersten Segmente; x, der sogenannte Intercoxalfortsatz des dritten Segments; h, Hüfte; tr, Schenkelring; p_3, linkes Hinterbein; trb, ein Teil der Legeröhre.

Wichtig ist es, darauf hinzuweisen, dass der dreieckig zwischen die Hinterhüften vorgeschobene erste sichtbare Bauchhalbring mancher Käfer, z. B. Cerambyciden (Fig. 202 x) ursprünglich nicht zu diesem Segment gehörte. Wie die Gegenwart oft nur aus der Vergangenheit erklärt werden kann, so wird auch die Segmentierung des Hinterleibes der genannten Käfer nur durch eine Vergleichung mit der Segmentierung der Nymphe verständlich, wo alle Körperteile denjenigen des entwickelten Insekts bereits ähnlich gebildet, aber in der Ausbildung noch nicht so weit vorgeschritten sind. An der Nymphe nun finden wir, dass an der Bildung des dreieckigen intercoxalen Fortsatzes des ersten sichtbaren (dritten) Bauchsegments die beiden ersten unterdrückten, beziehentlich versteckten Bauchhalbringe teilgenommen haben (Fig. 203).

Bei gewissen Insekten ist der Hinterleib thatsächlich oder scheinbar ungegliedert. Jede Spur einer Segmentierung fehlt dem Hinterleibe einiger Coccidenweibchen (Schildläuse), z. B. *Ascelis.* Scheinbar ungegliedert ist derselbe beim weiblichen Sandfloh *(Sarcopsylla penetrans).* Zur Zeit der Geschlechtsreife schwillt der Hinterleib des weiblichen Sandflohs kugelförmig an; jede Spur einer Segmentierung scheint verschwunden. Der Mangel der Segmentierung des Hinterleibes wird dadurch erklärt, dass in dessen vorderem Teile die Chitinschicht während der Anschwellung sich absondert, während die letzten Leibesringe sich nach innen einstülpen und eine Kloake bilden. (Vergl. Schimkewitsch, Zoolog. Anz. 1884. S. 673.)

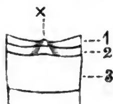


Fig. 203. Ein Teil des Hinterleibes der Puppe desselben Bockkäfers *(Plocaederus* Fig. 202). Orig. 1—3, Die drei ersten Segmente; x, der noch nicht ausgebildete sogenannte Intercoxalfortsatz des dritten Segments, an dessen Bildung in Wirklichkeit das erste und zweite Segment beteiligt sind.

Ferner ist an dem Hinterleibe mancher Gallwespen (Cynipidae), z. B. *Figites,* beim ersten Anblicke keine Gliederung zu sehen; denn das dritte Segment nimmt die Hälfte oder drei Viertel des ganzen Hinterleibes ein; die letzten Segmente sind nach hinten zusammengedrängt. Ebenso bei manchen Chalcididen (*Hontalia*), Brakoniden (*Chelonus*) etc.

Wie die Ringe des Brustabschnittes (S. 238), so bestehen auch die Ringe des Hinterleibes aus einem Rückenschild, einem Bauchschild und den Seitenstücken. Der Rückenschild (tergum, Tergit, Rückenschiene) ist meist deutlich abgegrenzt. Ebenso der Bauchschild (sternum, Sternit, Bauchschiene). Beide sind durch die Seitenstücke (Pleuren) deutlich voneinander getrennt. Die Seitenstücke bestehen aus den mehr oder weniger deutlich unterschiedenen beiden Teilstücken, dem jederseitigen oberen Seitenstück (epimerum) und dem jederseitigen unteren Seitenstück (episternum). Die beiden oberen Seitenstücke liegen am Rückenschilde, die beiden unteren am Bauchschilde. (Fig. 204).

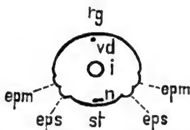


Fig. 204. Querschnitt durch den Hinterleib einer Heuschrecke *(Platycleis).* Orig. tg, Rückenschild (tergum); st, Bauchschild (sternum); epm, oberes Seitenstück (epimerum); eps, unteres Seitenstück (episternum).

An den letzten Hinterleibsringen, welche oft eingezogen sind, finden wir die eben unterschiedenen Teile nicht oder weniger deutlich.

Das Afterstück ist bei denjenigen Insekten und Larven deutlich ausgebildet, deren Hinterleib aus zehn freien Ringen besteht. Zu dem Afterstück (Fig. 205 u. 206) gehören die Afteröffnung, die Afterklappen (Analklappen, valvulae anales) und die Raife rci). Von den drei Afterklappen bedeckt die obere und mittlere (vla_1) die Afteröffnung von oben, die beiden anderen, tiefer

sitzenden (vla_2) von den Seiten her und unten. Die Verbindung der Afterklappen mit dem zehnten Segment zeigt Fig. 207. Die obere Afterklappe ist bei vielen Eintagsfliegen (Ephemeridae) durch einen, den Raifen gleichenden vielgliedrigen Schwanzfaden ersetzt. Bei den Odonaten ist die obere Afterklappe meist umgebildet (Fig. 205 vla_1), bei manchen Arten im männlichen Geschlecht gespalten und zweispitzig.

Insekten mit eingezogenem Hinterleibsende, namentlich Käfer, besitzen kein eigentliches Afterstück und keine Klappen und Anhänge.

Bei manchen Larven, z. B. einiger Bockkäfergattungen (*Batocera*), umgeben nur zwei Klappen, eine obere und eine untere, die Afteröffnung.

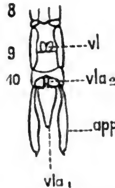


Fig. 205.

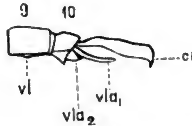


Fig. 206.

Fig. 205. Hinterleibsende einer männlichen Wasserjungfer, *Aeschna cyanea*. Von der Unterseite gesehen. Orig.
8, achter Ring; 9, neunter Ring; 10, zehnter Ring; vl, Klappen der Geschlechtsöffnung; vla_2, die beiden unteren Analklappen; vla_1, die obere Analklappe; ci, die beiden schwanzartigen Anhänge (Raife, cerci).

Fig. 206. Dasselbe wie in Fig. 205, von der Seite gesehen. Orig. — Die Bezeichnung ist dieselbe wie bei voriger Fig.

Die Form des Hinterleibes ist in den verschiedenen Orduungen und innerhalb derselben bei den Angehörigen der einzelnen Gattungen sehr verschieden; lang gestreckte, fast fadenförmig dünne, sehr kurze, breite, kugelförmige, eiförmige, zugespitzte oder abgestumpfte, seitlich zusammengedrückte (compresse) oder plattgedrückte (depresse), drehrunde, kantige oder eckige Hinterleiber begegnen uns. Gewöhnlich ist aber die Oberseite mehr gewölbt als die Unterseite.



Fig. 207. Die beiden unteren Analklappen einer männlichen Wasserjungfer, *Cordulia aenea*. Orig.
vla_2, Klappen; 10, Hinterrand des zehnten Hinterleibsringes; x, Verbindungshaut zwischen den Klappen und dem 10. Segment.

Die Anhänge des Hinterleibes.

Wenn wir das Kleinleben in der Natur belauschen, so werden wir bald auf die mannigfaltige Thätigkeit des hinteren Teiles des Hinterleibes aufmerksam. Die Libellen sehen wir im Hochzeitsfluge aneinander hängend durch die Luft schwirren; denn das Männchen hat sein Weibchen mit den Anhängen der Hinterleibsspitze im Nacken ergriffen, damit die Paarung möglich werde. Auch die Klammerhaken der männlichen Schmetterlinge und Wassermotten dienen zum Festhalten des Weibchens während der Begattung, aber anders als bei

den Wasserjungfern. Dort am Stamme sitzt ein Bockkäfer (*Leptura*) ruhig mit gespreizten Beinen, aus der Hinterleibsspitze die Legeröhre hervorstreckend und tastend nach einem für die Eierablage tauglichen Orte suchend; ein Paar kurzer Taster an der Spitze der Legeröhre erleichtern das Suchen. In ähnlicher Weise verfährt die eierlegende Heuschrecke (*Locusta)* beim Suchen; denn sie besitzt ein Paar Tastgriffel zu diesem Zwecke und eine Legescheide zum Ablegen der Eier. Aber die Ohrzange (Forficula) scheint in ihren Zangen Kneipwerkzeuge zu sehen. Die Springschwänze (*Podura*) und die Borstenschwänze *(Machilis)* können mit Hilfe ihrer Hinterleibsanhänge springen.

Die Mannigfaltigkeit dieser Anhänge erscheint umfangreich; doch lassen sie sich in morphologischer und physiologischer Beziehung gruppenweise betrachten, wobei vornehmlich zu berücksichtigen sind: die Griffel, die Raife, die Haltezangen der Männchen, die Legescheide, Stachel und Legebohrer der Weibchen und die männlichen Begattungsorgane.

1. Die Griffel (styli).

Die Griffel, auch Bauchgriffel genannt, sind beweglich eingelenkte, ungegliederte, gliedmassenförmige, paarige Anhänge am Hinterrande der Bauchsegmente. Am meisten fallen sie bei den Thysanuren auf, bei denen mehrere oder die meisten Segmente damit ausgerüstet sind. Je ein Paar finden sich am zweiten bis neunten Segment von *Machilis*, am ersten bis siebenten bei *Japyx*, am zweiten bis neunten bei *Nicoletia*, am zweiten bis siebenten bei *Campodea*, nur am siebenten bis neunten bei *Thermophila* und am achten und neunten bei *Lepisma*.

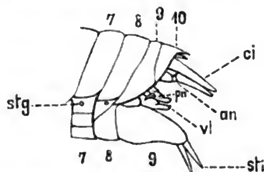


Fig. 208. Das Endstück des Hinterleibes einer männlichen Heuschrecke, *Decticus verrucivorus*. Orig.
7—10, Siebentes bis zehntes Segment; an, Afteröffnung (anus), von drei Klappen umgeben; ci, Raife; sti, Griffel; pn, aus zwei kleinen Anhängen bestehendes Begattungsorgan; vl, ein Paar Klappen, welche das Begattungsorgan umgeben; stg, Luftloch (stigma).

Unter den echten Insekten kommt ein Paar sehr ähnlicher Griffel nur am neunten Bauchhalbring der Männchen (z. T. ursprünglich auch der Weibchen) zahlreicher Orthopteren (Locustidae, Mantidae und Blattidae) (Fig. 208 sti) und bei den weiblichen Odonaten vor.

Den Bauchgriffeln gleichende, aber unbewegliche Anhänge (Hüftgriffel) finden sich bei *Machilis* an den Hüften des zweiten und dritten Beinpaares. Bei *Scolopendrella* ist neben dem Grunde der Hüften des dritten bis zwölften Beinpaares ein kleiner griffelförmiger Anhang sichtbar, der denjenigen der Thysanuren sehr ähnlich ist. (Fig. 48, S. 115). Nach E. Haase sitzen

sie dem Grundteile der Hüfte auf und sind als Hüftgriffel (Coxalgriffel) zu bezeichnen.

Dass eine Beziehung zwischen eigentlichen Beinen und den Bauchgriffeln nicht ganz ausgeschlossen ist, ergiebt sich aus den Beobachtungen von Oudemans an *Machilis maritima*. Dieses flügellose und zu den unechten Insekten (S. 12) gehörige Tierchen kann eine Art hüpfender Bewegungen dadurch ausführen, dass es alle sechszehn Griffel gleichzeitig nach hinten streckt, wobei die Beine mithelfen. Ausserdem werden die Griffel fortwährend von vorn nach hinten bewegt. Haase beobachtete, dass beim Sprunge besonders die hinteren Griffel plötzlich nach hinten auf die Unterlage gestossen werden, so dass infolge des Gegenstosses das Tier vorwärts geschleudert wird. Nach diesem Beobachter sind die Bauchgriffel der Thysanuren, obgleich sie Muskeln und Nerven besitzen, reine Oberhautgebilde; der spornartige Schienenanhang der Lepidopteren weist einen noch viel höher entwickelten Bau auf.

Einem Paar Bauchgriffel entspricht wahrscheinlich die Sprunggabel (furcula) der Springschwänze (Poduridae). Diese kleinen Tierchen schnellen sich nämlich vermittelst eines dem Endteile des Hinterleibes unterseits breit ansitzenden schwanzförmigen Organs (Fig. 209 f), welches in der Ruhe auf die Bauchseite umgeschlagen ist, vorwärts. Dies ist die Sprunggabel (furcula). Sie sitzt an der Bauchseite des vorletzten Segments und besteht aus einem Basalstück, zwei Armen und zwei Endstücken.

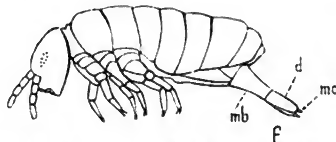


Fig. 209. Ein im Sprunge befindlicher Springschwanz, *Isotoma crassicauda* Tullb. Sehr vergrössert. Nach Tullberg.
f, Die Sprunggabel (furcula); mb, Basalstück (manubrium) derselben; d, die beiden Arme der Sprunggabel; mc, Endstück.

In den Gattungen *Anurophorus*, *Lipura*, *Anurida* und *Anura* fehlt die Sprunggabel. Ryder entdeckte jedoch beim Embryo der *Anurida maritima* die Spur einer Sprunggabel am vierten Segment (American Naturalist. 1886. S. 300).

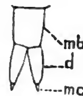


Fig. 210. Die Sprunggabel, stark vergrössert. Bezeichnung dieselbe wie in Fig. 209.

Mit den Bauchgriffeln der Thysanuren haben bewegliche Borsten, welche an den Bauchplatten jederseits der Mittellinie bei vielen Laufkäfern (*Carabus*, *Harpalus*) vorkommen und als Gangborsten (setae ambulatoriae) zu bezeichnen sind, anscheinend einige Aehnlichkeit.

Auf einem Paare vorstehender Höcker am zweiten bis achten Segment steht je eine ähnliche Borste bei manchen Lampyridenlarven, am achten Segment ausserdem noch zwei Borsten.

2. Die Raife (cerci).

Eine andere Art von Anhängen sind die am Ende des Hinterleibes angebrachten Raife. Sie sind gegliedert (Fig. 195) oder ungegliedert (Fig. 205), kommen jedoch fast nur bei Insekten niederer Rangstufen vor und zwar meist in beiden Geschlechtern. Gewöhnlich sind sie beiderseits über dem After eingelenkt und gehören morphologisch dem Afterstück an. Bei manchen Insekten sind sie den Kopffühlern in der Form sehr ähnlich. Und wenn es wahr ist, dass die Raife der Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*), wie Graber aus seinen Experimenten mit diesem Insekt schliesst, für Gerüche empfänglich sind, so könnte man sie als „Afterfühler" den „Kopffühlern" gegenüberstellen. Als Sinnesorgane, und zwar zum Tasten, dienen die Raife jedenfalls bei den meisten der damit ausgerüsteten Insekten.

Gegliedert sind die Raife bei den meisten Thysanuren (z. B. *Lepisma, Machilis, Campodea*), einem Teile der Orthopteren (Mantiden, Blattiden, den meisten Grylliden), den Ephemeriden und Perliden. Bei den Termitiden sind sie undeutlich, bei den Embiiden deutlich zweigliedrig. Ein Paar kurzer tasterförmiger Anhänge finden sich bei den Weibchen mancher Coleopteren (*Cerambyx, Rhynchophorus, Drilus* u. a.) und der Skorpionsfliegen (*Panorpa*).

Ungegliederte Raife finden wir bei der Mehrzahl der Orthopteren (Locustiden, Acridiiden, Phasmiden und einem Teile der Grylliden) und bei den Odonaten (Fig. 205 u. 206 ci, 208 ci). Der zangenförmige Anhang der Forficuliden entspricht den Raifen der vorher genannten Insekten. Bei *Japyx*, einer Gattung der Thysanuren, sind die Raife gleichfalls zangenförmig. Kurze ungegliederte Raife kommen schliesslich in beiden Geschlechtern bei vielen Hymenopteren vor.

Keine Raife sind bei den Hemipteren, Physopoden, Dipteren, Lepidopteren und den meisten Coleopteren zu finden.

Viele Ephemeriden (Eintagsfliegen) und *Machilis* (Borstenschwanz) besitzen drei Raife, einen oberen mittelständigen und zwei seitlich eingelenkte. Der obere mittelständige ist aus der oberen Afterklappe hervorgegangen (S. 311). Diese Bildung findet sich nur bei den eben genannten Insekten.

Bei den Insekten niederer Rangstufen finden sich die Raife von der Larve bis zur Imago, zuweilen nur bei der Larve (*Nemura*). Unter den Insekten höherer Rangstufen sind die Larven von *Lyda* (Blattwespen) bemerkenswert, da sie gegliederte Raife am Afterstück besitzen (Haase).

Die bei manchen Coleopterenlarven (Carabidae, Staphylinidae, Silphidae etc.) vorkommenden Anhänge am Hinterleibsende sind entweder blosse Hautfortsätze oder darauf zurückzuführen. Die gegliederten und beweglich aufsitzenden Anhänge, welche den Raifen gleichen, sind dann als nachträglich abgegliedert zu betrachten.

3. Die Haltezangen männlicher Insekten.

Am Hinterleibsende zahlreicher männlicher Insekten befinden sich zangenartige Fortsätze oder Anhänge, welche zum Festhalten der Weibchen während der Begattung dienen (Fig. 211 z). Gewöhnlich kommt nur ein Paar gegeneinander beweglicher Zangen vor. Diese entspringen am unteren, mittleren oder oberen Teile der Hinterleibsspitze und werden bei den Ephemeriden, Lepidopteren, Hymenopteren, Trichopteren, Neuropteren und Dipteren gefunden. Ueberall zeigen sie sich in der verschiedensten Form, stimmen jedoch bei den Angehörigen derselben Art überein. Aber schon die einander nahe verwandten Arten einer Gattung werden gewöhnlich durch die Form der männlichen Haltezangen sicher unterschieden. Dies ist von M'Lachlan bei den Trichopteren, von White, Gosse und O. Hofmann bei Lepidopteren, von H. Loew, Mik, Osten-Sacken, v. d. Wulp, Westhoff u. a. bei Dipteren, von v. Hagens, Saunders u. a. bei Hymenopteren nachgewiesen.



Fig. 211. Hinterleibsende einer männlichen Wassermotte, *Phryganea grandis* L. Nach M'Lachlan. z, Die Haltezangen.

Die Haltezangen sind gegliedert oder ungegliedert. Den Coleopteren fehlen sie. Bei den Odonaten dienen die Raife und die umgeformte obere Afterklappe zum Halten der Weibchen.

4. Die Legescheide (Legestachel, Legebohrer, ovipositor); der Stachel der Immen.

Der Legestachel oder Legebohrer entsteht durch eine Vereinigung starrer paariger Anhänge an der Unterseite des achten und neunten Hinterleibsringes. Diese Vorrichtung für die Eiablage ist sehr verschieden von der oben betrachteten Legeröhre (S. 304), an welcher die Mündung des weiblichen Fortpflanzungsapparates einfach ist. Die Orthopteren, Hymenopteren, Hemipteren, Odonaten, Raphidien und Thysanuren (*Lepisma, Machilis* u. a.) besitzen einen derartigen Legestachel; auch einige Physopoden (Jordan). Der Legestachel oder die Ansätze zu einem solchen sind in manchen Gattungen klein, z. B. bei den Acridiiden, fehlen sogar den Forficuliden, unter den echten Orthopteren einigen Grylliden (*Gryllotalpa, Xya*) und unter den Thysanuren der Gattung *Campodea*.

Die paarigen Fortsätze, welche zusammen die Legescheide bilden, heissen Gonapophysen (Huxley).

Die Legescheide der Heuschrecken (Locustidae) (Fig. 212 vg, se) besteht aus sechs säbelförmigen, zusammengeschlossenen Stücken (Klappen, valvae) und zwar vier äusseren und zwei innerhalb gelegenen (Fig. 213). Von den vier äusseren Klappen bilden die

beiden unteren zusammen eine Rinne, und ebenso die beiden oberen. Die oberen und unteren Klappen werden seitlich durch Grate und Nute zusammengehalten, so dass die Legescheide als ein steifes und einfaches Organ erscheint. Die beiden innen gelegenen Klappen (cu), welche „Hilfsscheiden" genannt werden, bilden die eigentliche Rinne; sie sind schmaler und zarter, am Grunde verwachsen, und legen sich den beiden unteren Klappen (se) durch eine „Führung" an.

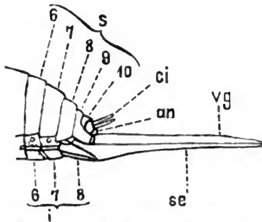


Fig. 212. Hinterleibsende einer weiblichen Laubschrecke, *Locusta viridissima*. Orig.
6s, 7s, 8s, 9s und 10s, Rückenschild des 6. bis 10. Hinterleibsringes; 6i, 7i und 8i, Bauchschild des 6., 7. und 8. Hinterleibsringes; an, Afterstück; ci, Griffel; vg, eine obere Klappe der Legescheide; se, eine untere Klappe derselben.

Das durch das Vorhandensein eines Grates und einer Nut ermöglichte Ineinandergreifen der Scheidenstücke an den Rändern und die Verschiebbarkeit der Stücke aufeinander: dieser Mechanismus wird als „Führung" bezeichnet. (Graber, Dewitz.)

Der „Grat" ist eine vorspringende Leiste. Der untere Rand der oberen und der inneren Klappen sind mit einer solchen Leiste versehen. Der obere Rand der unteren Klappen enthält hingegen zwei Rinnen, in welche die Leisten der oberen und inneren Klappen hineinpassen. Eine solche Rinne wird „Nut" genannt. Die Zugehörigkeit der Klappenpaare zu zwei verschiedenen Körpersegmenten ermöglicht die Verschiebbarkeit der oberen und unteren Klappen gegeneinander im Verlaufe der Nut. Das untere Klappenpaar gehört zum drittletzten (achten), das obere nebst dem inneren zum vorletzten (neunten) Hinterleibsringe (Fig. 212). Die inneren Klappen sind von den unteren nicht leicht zu trennen, weil die Kante ihres unteren Randes fast wie eine Eisenbahnschiene gestaltet ist, während die zugehörige Rinne am oberen Rande der unteren Klappen eine nach aussen hin verschmälerte Oeffnung hat.

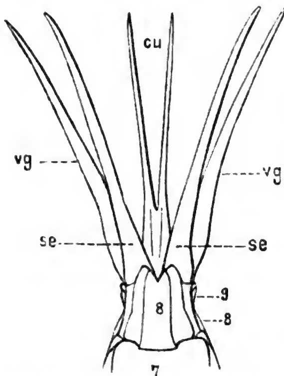


Fig. 213. Die Teile der Legescheide der grossen Laubschrecke, *Locusta viridissima*. Orig. vg, Die beiden oberen Klappen; se, die beiden unteren Klappen; cu, die Rinne; 9, Seitenteile des neunten Segments; 8, achter Bauchhalbring; 7, Endstück des siebenten Segments.

Die Geschlechtsöffnung befindet sich am Grunde zwischen dem unteren und dem inneren Klappenpaar. Daher erfolgt der Durchgang eines Eies in der Weise, dass die Rinne das Ei von oben, das untere Klappenpaar dasselbe von unten umfasst.

Die weiblichen Grashüpfer (Acridiidae) besitzen keine eigentliche Legescheide; aber die sechs Klappen, welche bei den Locustiden die Legescheide bilden, sind hier durch kurze, teilweise zusammenhangslose Stücke vertreten. Die vier äusseren Stücke sind kräftig; die inneren sehr klein und mit den unteren durch Grat und Nut verbunden. Die Homologie mit der Legescheide ist unverkennbar.

Der Legestachel der Wasserjungfern (Odonata) ist aus den gleichen Stücken zusammengesetzt, wie bei den Orthopteren. Der Legestachel ac (Fig. 214 I) liegt zwischen den beiden Klappen vg dem neunten Segment an. Der Legestachel besteht aus zwei seitlichen Hälften, welche zusammen ein Rohr bilden. Jede Hälfte des Legestachels zeigt eine Längsnaht (Fig. 214 II); denn sie ist zusammengesetzt aus dem inneren Stücke cu und dem äusseren se. Beide sind miteinander so verbunden, dass sie sich nur aufeinander verschieben, aber nicht ohne weiteres trennen lassen. Da das äussere Stück jeder Stachelhälfte aus dem Hinterrande des achten Segments, das innere aus dem Vorderrande des neunten Segments entspringt, genau wie bei den Orthopteren, so ist auch hier der mechanische Vorgang in der Bewegung zueinander derselbe. Vor dem Ende des inneren Stückes der beiden Stachelhälften befindet sich eine Säge oder eine Raspel (Fig. 214 III α), womit das Insekt die Pflanzenhaut öffnet, um hier die Eier einzuschieben. Dieser Apparat ist je nach der Gattung verschieden ausgebildet; in manchen Gattungen (*Cordulia*, *Libellula* etc.) ist die Legescheide schwach entwickelt, und es fehlen zugleich die Zähnchen oder die Riefen. Dies ist der Fall bei allen Gattungen, welche ihre Eier in einer Gallertumhüllung ausserhalb der Pflanze absetzen.

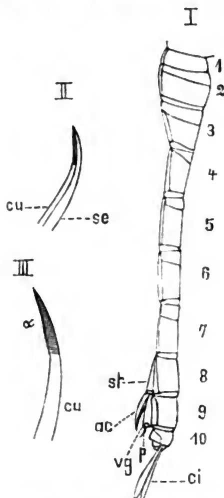


Fig. 214. I. Hinterleib einer weiblichen Wasserjungfer, *Aeschna mixta*, von der Seite gesehen. Orig.
1—10, Die zehn Segmente des Hinterleibes; ci, die beiden Raife (cerci); ac, Legescheide, bestehend aus zwei äusseren und zwei inneren Klappen, von denen je eine äussere und innere Klappe durch eine Führung miteinander verbunden sind (II); vg, klappenartiger Teil des neunten Segments; p, eingliedriger Taster oder Griffel (stylus); st, Bauchschild (Sternit) des achten Segments.
II. Eine Hälfte der Legescheide, bestehend aus der äusseren Klappe se und der inneren Klappe cu, welche durch eine Führung miteinander verbunden sind.
III. Innere Klappe cu. α, das quergeriefelte Endstück derselben.

Der Stachel oder Stechapparat der immenartigen Insekten (Hymenoptera) (Fig. 215—220) kommt in seiner Anlage und in seinen Teilen mit dem entsprechenden, oben beschriebenen Apparat der Orthopteren ebenfalls ganz überein. Der Stechapparat der Hymenopteren besteht gleichfalls aus sechs Teilen, welche nur z. T. enger miteinander verbunden sind. Aeusserlich sind der Stachel (ac) und die beiden Scheidenklappen (vg) zu unterscheiden. Aber der Stachel ist aus der nach unten offenen Stachelrinne (Fig. 215 cu) und den beiden in der Rinne liegenden Stechborsten (se) zusammengesetzt. Die ein-

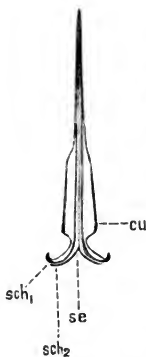


Fig. 215.

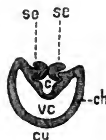


Fig. 216.

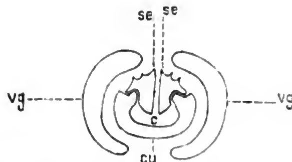


Fig. 217.

Fig. 215. Stachel einer Hummel *(Bombus)*, von der Unterseite gesehen. Orig.
cu, Stachelrinne; se, die beiden Stechborsten; sch_1, Schenkel der Stachelrinne, verkürzt; sch_2, Schenkel der Stechborsten verkürzt.

Fig. 216. Durchschnitt durch den Stachel der Honigbiene, *Apis mellifica*. Nach Fenger.
se, se, Die beiden Stechborsten; cu, die Stachelrinne; vc, der von der dicken Chitinhaut (ch) eingeschlossene Hohlraum der Stachelrinne; c, das durch die Verbindung der Stachelrinne und der Stechborsten gebildete Leitungsrohr.

Fig. 217. Querschnitt durch den Legestachel einer Holzwespe, *Sirex juvencus*. Nach Taschenberg.
vg, Die beiden Scheidenklappen; cu, die Rinne; se, die beiden mit Sägezähnen bewehrten Stechborsten.

fach erscheinende Stachelrinne besteht ursprünglich aus zwei, in der mittleren Längsnaht miteinander verwachsenen Hälften. Der Stachel der Hymenopteren entspricht also den beiden unteren Stücken nebst den innengelegenen Hilfsscheiden (Rinne) der Locustiden, indem die Stachelrinne der ersteren den Hilfsscheiden der letzteren und die beiden Stechborsten der ersteren den beiden unteren Stücken der letzteren homolog sind. Die enge Verbindung der Stechborsten mit der Stachelrinne ist aus Fig. 216 zu ersehen. Jede der beiden Stechborsten (se) ist an der Aussenseite der ganzen Länge nach mit einer Rinne (Nut) versehen. Jede der beiden inneren Seitenwandungen der Stachelrinne weist eine entsprechende Leiste (Grat) auf. Diese Leiste fasst in die Rinne der Stechborsten, so dass letztere ohne Lostrennung in der Stachelrinne vor- und rückwärts gleiten können. Diese Führung kommt überein mit derjenigen des Legestachels der Locustiden (S. 316). Der allseitig umschlossene Innenraum (c) des Stachels dient zur Fortleitung der Giftflüssigkeit und der Eier.

Die sehr ähnliche Bildung des Legestachels der Holzwespen (*Sirex*) zeigt uns Fig. 217.

In Fig. 218 ist der Stech- und Giftapparat der Honigbiene dargestellt. Der Stachel (ac) wird in der Ruhe zwischen die beiden Scheidenklappen (vg) gelegt. Die Seitenteile lm_1 und lm_2, welche an beiden Seiten des Stechapparates vorhanden sind, werden vorn und

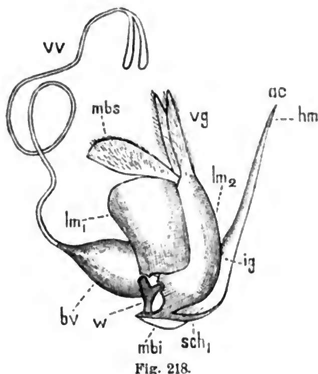


Fig. 218.



Fig. 219.

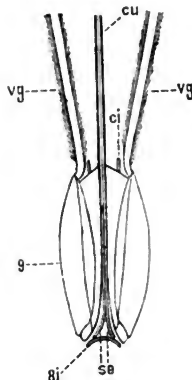


Fig. 220.

Fig. 218. Der Stech- und Giftapparat der Honigbiene (Arbeiterin) *Apis mellifica.* ac, Stachel; hm, Widerhaken der Stechborsten; ig, Rinnenkropf; sch_1, Rinnenschenkel; lm_1, vordere oder quadratische Platte; lm_2, hintere oder oblonge Platte; w, Winkel; vg, die Scheidenklappen, welche den Stachel in der Ruhelage zwischen sich aufnehmen; mbs, dachförmige, die Seitenplatten oben verbindende Haut, welche in der Ruhelage den Stachel bedeckt; mbi, Verbungshaut zwischen der Stachelgabel und der Bauchplatte des zugehörigen Segments; bv, Giftblase; vv, Giftdrüse.

Fig. 219. Endstück einer der beiden Stechborsten im Stachel der Honigbiene, *Apis mellifica.* — hm, die Widerhaken.

Fig. 220. Legestachel einer Schlupfwespe, *Ephialtes manifestator* L., sehr verkürzt. Orig. vg, Die beiden Scheidenklappen; cu, die Rinne mit den beiden einliegenden Stechborsten se; 9, neuntes Segment; 8 i, zum Bauchteil des achten Segments gehörig; ci, eingliedrige Raife.

oben durch eine ausgespannte Haut (mbs), unten durch eine ähnliche Haut (mbi) verbunden. Innerhalb dieses seitlich, vorn, oben und unten umschlossenen Raumes liegt die Giftblase (bv) mit dem Giftschlauch (vv). Die obere (behaarte) Verbindungshaut nimmt gleich den Scheidenklappen gleichfalls den Stachel auf und schützt ihn gegen äussere Einflüsse. Von den beiden Seitenstücken ist lm_1 die vordere (quadratische), lm_2 die hintere (oblonge) Platte. Der Winkel

(w), ein dreieckiges Zwischenstück, verbindet die hintere Platte mit dem zugehörigen Stechborstenschenkel (Fig. 215 sch_2), welcher innenseits dem Rinnenschenkel derselben Seite (Fig. 218 sch_1) anliegt. Die beiderseitigen Schenkelpaare weichen nach dem Grunde zu gabelförmig auseinader. Die jederseitige hintere Platte steht mit dem zugehörigen Rinnenschenkel in engerer Verbindung. Die Verschiebung der Stechborsten innerhalb der Rinne geht von Muskeln aus, welche die vordere Platte (lm_1) mit dem Winkel (w) verbinden. Jede der beiden Stechborsten besitzt vor der Spitze unterseits Widerhaken (Fig. 218 hm, Fig. 219 hm), welche in der Wunde haften, so dass der Stachel aus der Wunde des angestochenen Opfers nicht leicht wieder herausgezogen werden kann.

Die Aehnlichkeit des Legeapparates bei anderen Hymenopteren möge nur an einem Beispiele (Fig. 220) angedeutet werden.

Ausser den im weiblichen Geschlecht mit einem Giftstachel ausgerüsteten Ameisen, z. B. *Ponera, Myrmica, Atta* u. a. giebt es in dieser Familie Gattungen, z. B. *Formica* und *Lasius*, deren Stechapparat verkümmert ist und nur als Stützvorrichtung für die Mündung der Giftblase dient. Doch finden sich an diesem verkümmerten Stechapparate alle Teile eines entwickelten wieder, mit dem Unterschiede, dass sie kleiner und mit den zugehörigen Körperringen meist mehr verwachsen sind, also nicht frei abstehen, mit Ausnahme der den beiden Stachelscheiden entsprechenden Stücke, deren stumpfe Spitze nach hinten vorragt. Die Rinne ist sehr verkürzt, und die freien Stechborsten haben nur einen sehr losen Zusammenhang mit ihr. Abweichend von wirklichen Stechborsten haben die verkümmerten von *Formica* ein breites abgerundetes Ende und können gar nicht verwunden. Sie scheinen zu den vererbten rudimentären Organen gezählt werden zu müssen, welche sich mehrfach bei Tieren und Pflanzen finden. Aus morphologischen Gründen ist aber anzunehmen, dass der scheinbar verkümmerte Stechapparat von *Formica* nur ein auf einer niedrigen Entwicklungsstufe stehen gebliebenes Organ ist, aus welchem der ausgebildete Stachel hervorging. Vergl. Packard und H. Dewitz.

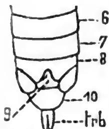


Fig. 221. Hinterleib eines weiblichen Schmetterlings, *Agrotis pronuba*, von unten gesehen. Orig.
6—10, Sechstes bis zehntes Segment des Hinterleibes; zwischen dem 8. und 9. Segment ist die Geschlechtsöffnung; trb, zweiklappige Legeröhre.

Klappenartige Vorsprünge am achten und neunten Hinterleibsringe der weiblichen Schmetterlinge umgeben hier die nur als Begattungstasche dienende Geschlechtsöffnung (Fig. 221). Die Eier werden vermittelst der aus der Spitze des Hinterleibes entspringenden Legeröhre abgelegt. Die Legeröhre, welche zum zehnten Segment gehört, ist schon früher besprochen (S. 304).

Die weiblichen Schnacken (Tipulidae) besitzen eine Legerinne, welche äusserlich einige Aehnlichkeit mit einer Legescheide hat. In Wirklichkeit ist das Organ eine einfache, unvollkommene Rinne und nur durch zwei nach hinten gerichtete schmale, aneinander liegende Fortsätze gebildet. Diese gehören zur Bauchplatte des 8. Abdominalringes. Die Geschlechtsöffnung befindet sich innen am Grunde der Rinne zwischen dem 8. und 9. Segment und wird von einer kleinen vorstehenden Scheidenklappe geschlossen, welche als ein Fortsatz des Sternums des 9. Segments anzusehen ist. Jederseits am Grunde zwischen der Legerinne und dem letzterwähnten Fortsatze befindet sich ein sehr kleines Plättchen, welches zum 9. Segment gehört. Ausser der Legerinne trägt das Hinterleibsende noch ein Paar Fortsätze (Raife), welche oberseits vom 10. Segment ausgehen. In der Ruhe liegt die Legerinne, zwischen den oberen Fortsätzen. Die Legerinne der Tipuliden unterscheidet sich von der Legescheide der Orthopteren, Odonaten etc. dadurch, dass nur zwei Fortsätze eine Rinne bilden, so dass von einer Führung vermittelst Grat und Nut (S. 316), welche für die mit einer echten Legescheide ausgerüsteten Insekten charakteristisch ist, keine Spur vorhanden ist.

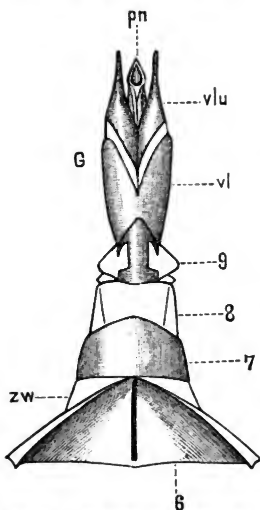


Fig. 222. Das unter der Afterklappe hervorgezogene Hinterleibsende eines männlichen Wasserkäfers, *Hydrophilus piceus*, von der Bauchseite gesehen. Orig.
6, der freie sechste Bauchhalbring; 7, 8 und 9, die im sechsten Segment versteckten und fernrohrartig eingeschobenen Segmente 7, 8 u. 9; zw, Verbindungshaut zwischen dem sechsten und siebenten Segment; G, Begattungsapparat; vl, äussere Klappen; vlu, innere Klappen; pn, Rute oder Penis.

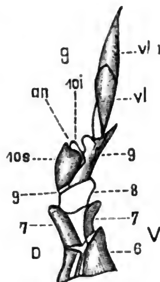


Fig. 223. Dasselbe wie in Fig. 222, von der Seite gesehen. Orig.
D, Rückenseite; V, Bauchseite; 6, das freie sechste Segment; 7—10, die vier letzten, im sechsten Segment versteckten und fernrohrartig eingeschobenen Segmente mit dem Begattungsapparat g; vl, eine der äusseren Klappen; vlu, eine der inneren Klappen; 10s, oberer Teil des zehnten Segments; 10i, unterer Teil desselben; an, Afteröffnung.

5. Der männliche Begattungsapparat.

Der Begattungsapparat der männlichen Insekten (Fig. 222, 223) besteht aus einem rohrförmigen Gliede (pn) und Nebenstücken (vl, vlu).

Mit Hilfe dieser Organe wird der Befruchtungsstoff abgegeben, beziehungsweise die Begattung (Copulation) ermöglicht. Der den Befruchtungsstoff (Sperma, Samen) aus den inneren Geschlechtsorganen (Hoden, testiculi) nach aussen leitende Samenausführungsgang (ductus ejaculatorius) steht mit dem eigentlichen Begattungsorgan, der Rute (Penis), in direkter Verbindung (Fig. 224 ej, pn). Die Rute wird von zwei Paar Klappen (chitinösen Nebenstücken) umgeben, den inneren Klappen (valvulae) und den äusseren (valvae) (Fig. 222).

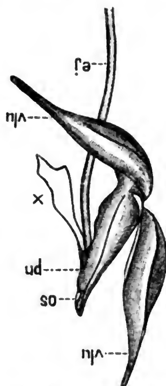


Fig. 224. Das Endstück des männlichen Begattungsapparates des grossen Wasserkäfers, *Hydrophilus piceus*. Die Teile sind auseinander gezerrt. Org. vlu, die beiden inneren Klappen; pn, die Rute (penis); ej, der Samenausführungsgang (ductus ejaculatorius); x, aufgerissene Haut von der Unterseite der Rute; os, Mündung des Samenausführungsganges an der Unterseite der Rute, unmittelbar unter deren Spitze. Die den Samenausführungsgang umgebenden Muskeln, Tracheen und Nerven sind fortgelassen.

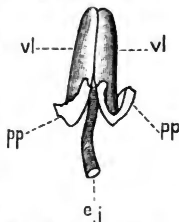


Fig. 225. Begattungsorgan eines Rüsselkäfers, *Rhynchophorus phoenicis*, von oben gesehen. Orig. vl, die zu einer Kapsel verwachsenen Klappen; pp, abgerissene Verbindungshaut, durch welche die Kapsel mit dem neunten Hinterleibsringe verbunden ist; ej, Samenausführungsgang.

Der Samenausführungsgang reicht bis in den Spitzenteil der Rute. Obgleich diese gewöhnlich als Leitungsrohr des Ausführungsganges dient, so giebt eine bemerkenswerte Ausnahme in der Verbindung dieser Organteile. Denn bei den Rüsselkäfern *(Rhynchophorus)* liegt der Samenausführungsgang auf der Rute, deren Rücken rinnenförmig ist, während ihre Spitze oberseits löffelförmig ausgehöhlt ist. Die Mündung des Ausführungsganges berührt den proximalen Rand der löffelförmigen Spitze, so dass der ausgelassene Samen hier aufgenommen und so in die weibliche Scheide übertragen wird. Der Rand der Oeffnung des Ausführungsganges ist mit den die Rute scheidenförmig umhüllenden und unter sich verschmolzenen Klappen verwachsen (Fig. 225—227). Noch anders ist der Begattungsapparat der Lamellicornier gebildet (Fig. 228—231). Hier sind die äusseren Klappen verwachsen und erscheinen als eine die häutige Rute einschliessende Kapsel.

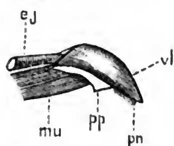


Fig. 226. Dasselbe, wie in Fig. 225, von der Seite gesehen. Orig. vl, pp, ej wie Fig. 225; pn, die Spitze der Rute; mu, Endteil des zur Rute gehörigen Muskelstranges.

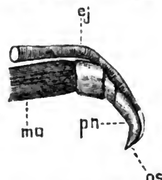


Fig. 227. Dasselbe wie in Fig. 226, ohne die Kapsel. ej, Samenausführungsgang; os, Mündung desselben; pn, Rute.

Gewöhnlich sitzt der männliche Begat-

tungsapparat versteckt in einer Einstülpung am Hinterleibsende. Der anatomische Befund ergiebt, dass er zum neunten Hinterleibsringe gehört und an dessen Bauchseite in der beutelförmig eingestülpten Haut desselben steckt (Fig. 228 pp). Diese beutelförmig eingestülpte Haut umgiebt in vielen Fällen die Rute bis zur Spitze und wird Vorhaut (praeputium) genannt. Bei manchen Insekten (vielen Lepidopteren) ragt die Rute mehr oder weniger vor (Fig. 232). Das Gegenteil finden wir bei den Käfern.

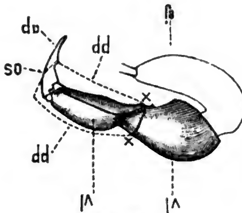


Fig. 228.

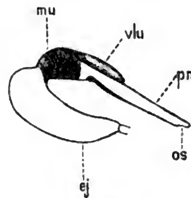


Fig. 229.

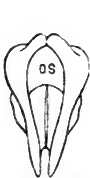


Fig. 230.

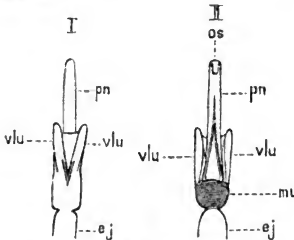


Fig. 231.

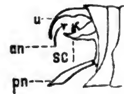


Fig. 232.

Fig. 228. Der männliche Begattungsapparat eines afrikanischen Nashornkäfers, *Augosoma centaurus*, wie er aus dem Körper entnommen ist. Orig.
vl, die zu einer etuiförmigen Kapsel miteinander verwachsenen äusseren Klappen (valvae) mit dem winkelförmig nach abwärts gebogenen Endstück ap; os, Oeffnung; pp, die nur durch Punktierung angedeutete sogenannte Vorhaut (praeputium); x, Anheftungsstelle derselben; ej, der Samenausführungsgang (ductus ejaculatorius).

Fig. 229. Der männliche Begattungsapparat desselben Käfers (Fig. 228) nach Entfernung der etuiförmigen Kapsel. Orig.
pn, die Rute (penis); os, Mündung des Samenausführungsganges; vln, die inneren Klappen der Rute (valvulae); ej, Samenausführungsgang (ductus ejaculatorius); mu, Ringmuskulatur desselben.

Fig. 230. Endstück der etuiförmigen Kapsel der Rute desselben Käfers (Fig. 228). Orig.
os, Oeffnung für die Rute.

Fig. 231. I. Der männliche Begattungsapparat desselben Käfers (Fig. 228) nach Entfernung der etuiförmigen Kapsel, von oben gesehen. Orig.
pn, Rute; vlu, die beiden inneren Klappen; ej, Samenausführungsgang.
II. Derselbe von unten gesehen.
os, Mündung des Samenausführungsganges; mu, Ringmuskulatur.

Fig. 232. Hinterleibsende eines männlichen Schmetterlings, *Papilio macedon*. Die beiden Seitenklappen mit den Haltezangen sind fortgelassen. Nach Gosse.
u, der unpaare mittlere Fortsatz (uncus) an der Oberseite des letzten Segments; sc, kahnförmiger Fortsatz (scaphium) unter dem ersteren; an, Afteröffnung; pn, Rute.

Die äusseren Klappen sind einfach oder tragen am Ende ein abgegliedertes, aber unbewegliches Stück. Auch an den kapselförmig verwachsenen Klappen erscheint das nach unten gebogene Endstück bei manchen Coleopteren (Scarabaeidae) abgegliedert.

Verkürzt sind die Klappen bei den Raubkäfern (Carabidae) (Fig. 233 vlu), deren Rute bei der Begattung ganz frei vortritt. Aehnlich ist der Begattungsapparat der Dytisciden (Schwimmkäfer) beschaffen (Fig. 235). Bei den Lamellicorniern bleibt die Rute stets in der Kapsel.

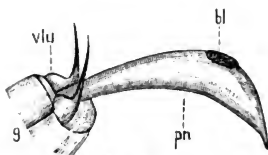


Fig. 233.

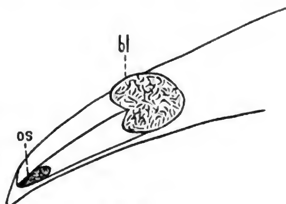


Fig. 234.

Fig. 233. Die Rute eines Laufkäfers *(Carabus hortensis)*. Orig.
pn, die Rute (penis); bl, verschrumpfte häutige Blase; vlu, die Klappen (valvulae); 9, Teil des neunten Hinterleibsringes.

Fig. 234. Das Endstück der Rute desselben Käfers (Fig. 233). Orig.
bl, die verschrumpfte häutige Blase; os, spaltförmige Oeffnung, daneben ein verschrumpftes Bläschen.

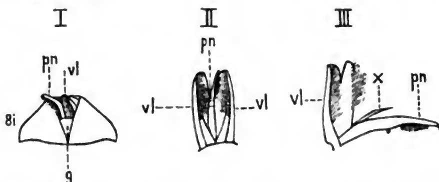


Fig. 235. I. Hinterleibsende eines männlichen Schwimmkäfers *(Dytiscus)*, aus dem siebenten Segment herausgehoben. Orig.
8i, Unterseite des achten Segments, in der Mitte bis auf den Grund dreieckig ausgeschnitten; 9, neuntes Segment, häutig; pn, Rute; vl, Rutenklappe.
II. Der isolierte Begattungsapparat, von unten gesehen.
vl, die miteinander verwachsenen Klappen; pn, Rute.
III. Derselbe von der Seite, die Rute herausgebogen.
vl, die Klappen; pn, Rute, oberseits rinnenförmig, mit einem die Rinne bedeckenden Stachel x; zwischen Stachel und Rinne ist die Mündung des Samenausführungsganges.

In coleopterologischen Schriften, welche über den Penis handeln, wird die voluminöse Rutenkapsel (z. B. der Lamellicornier) als Penis bezeichnet und dem wirklichen Penis derjenigen Käfer, die ihn frei vorstrecken (Carabiden), für gleich erachtet. Auch in denjenigen Fällen, wo die inneren Klappen voneinander etwas abstehen, so dass die Rute zwischen den beiden Klappen hervortritt (Hydrophilidae Fig. 222, Byrrhidae), wird der ganze Apparat für den Penis gehalten, und dabei angegeben, dass er aus drei Klappen bestände,

was aber unrichtig ist; denn der Samenausführungsgang mündet in den mittleren Teil, der allein der Penis ist. (Fig. 224.)

Abweichend von dem geschilderten Baue der männlichen Copulationsorgane sind diejenigen der Schnacken (Tipulidae). Das Hinterleibsende derselben hat durch die beträchtliche Ausbildung des innerhalb der letzten Segmente liegenden Begattungsorgans eine bemerkenswerte Ausbildung erfahren. Von den beiden letzten freien Segmenten, dem achten und neunten, ist das erstere oberseits verkürzt, unterseits hingegen merklich erweitert. Ebenso ist der Rückenteil des neunten Segments sehr verkürzt und oft von demjenigen des achten Segments bedeckt. Mächtig entwickelt ist der Bauchteil des neunten Segments, so dass dieser die inneren Organe nicht nur von unten, sondern auch seitlich ganz umschliesst. Wegen dieser absonderlichen Ausbildung der beiden letzten sichtbaren Hinterleibsringe ist für den diese Segmente umfassenden Spitzenteil des Hinterleibes eine besondere Bezeichnung, nämlich „Hypopygium", angewandt worden (F. Westhoff). Das Hypopygium ist bei den verschiedenen Arten sehr verschieden gebaut; zuweilen hebt es sich von dem übrigen Abschnitte des Hinterleibes nicht besonders ab, z. B. bei *Tipula hortorum* L. Je nach der Art finden sich am Hinterrande des Bauchteiles des achten Segments ein oder zwei unbewegliche Fortsätze und am Hinterrande des Bauchteiles des neunten Segments beweglich eingelenkte Anhänge, welche entweder äusserlich sichtbar sind oder erst nach der Zerlegung des Hypopygiums wahrgenommen werden können. Das im Innern des Hypopygiums verborgen liegende Begattungsglied hat bei den verschiedenen Tipulidenarten eine sehr verschiedene Länge; gewöhnlich misst es nur ein Drittel von der Länge des Hinterleibes, bei anderen Arten bis zwei Drittel oder drei Viertel. In diesen Falle erstreckt sich das Begattungsglied in einem Bogen von seiner Ursprungsstelle nach vorn bis zum sechsten Segment und dann wieder rückwärts zum Ausgang. Bei *Pachyrhina* ist es noch länger und reicht im Bogen bis zum zweiten Segment. Am längsten ist es bei *Tipula annulicornis* Meig., wo es die Länge des Insekts noch um die Hälfte übertrifft und in seiner Gestalt einem feinen Haar gleicht. Vergl. Westhoff, Bau des Hypopygiums von Tipula. S. 30—33. Hier ist auch der Bau des Copulationsorgans der Tipuliden in seinen Teilen ausführlich beschrieben und durch Figuren erläutert.

Hinsichtlich der Zusammensetzung des Begattungsorgans ist folgendes zu bemerken. Schon bei den höheren Insekten scheint dasselbe in vielen Fällen der Länge nach aus zwei Teilen zusammengesetzt zu sein. Wir werden davon überzeugt, wenn wir das männliche Begattungsorgan springender Orthopteren ansehen. In der Einsenkung zwischen dem After und dem Grunde des vorgezogenen neunten Bauchsegments (Fig. 236) finden sich kleine häutige Zipfel und Wülste, und versteckt mehr nach innen zu die aus zwei Stücken bestehende unvollkommene Rute (Fig. 236 pn u. 237). Beim Anblicke

dieses Organs werden wir sogleich an das paarige, nämlich aus zwei Griffeln bestehende männliche Begattungsorgan der Tausendfüsser oder Chilognathen erinnert. Ihren Samen geben die Männchen jener Orthopteren als Einschluss in Kapseln ab, welche aus erhärtetem Sekret gebildet sind.

Der Begattungsapparat der männlichen Hymenopteren (Fig. 238) besteht aus zwei grossen zangenartigen Klappen (vl) und dem zweiteiligen oder gespaltenen, mittelständigen Organ (den sagittae), welches der Chitinbekleidung der Rute der Coleopteren und dem zweiteiligen Anhange an der Mündung der Geschlechtsöffnung der Locustiden entspricht (pn). Das innenliegende Endstück des Samenausführungsganges, welches sich bei der Begattung umstülpt, aussen

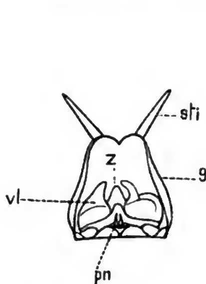


Fig. 236.

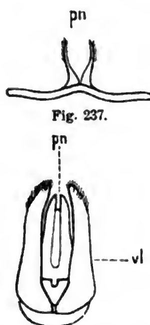


Fig. 237.

Fig. 238.

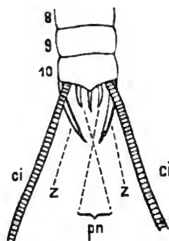


Fig. 239.

Fig. 236. Begattungsapparat einer männlichen Heuschrecke, *Decticus verrucivorus*. Orig. 9, Bauchplatte des neunten Segments; pn, die aus zwei Anhängen bestehende unvollkommene Rute; vl, zwei häutige Klappen; z, eines der übrigen häutigen Zäpfchen, welche die unvollkommene Rute umgeben; sti, Griffel am Ende der neunten Bauchplatte.

Fig. 237. Die unvollkommene Rute derselben Heuschrecke, stark vergrössert. Orig.

Fig. 238. Begattungsorgan einer männlichen Blumenwespe, *Osmia fulviventris* Panz. Nach Saunders.
vl, die zwei Klappen; pn, unvollkommene Rute.

Fig. 239. Hinterleibsende eines männlichen Eintagsfliege, *Palingenia longicauda*. Nach Cornelius.
8—10, achtes bis zehntes Hinterleibssegment; ci, die beiden Schwanzfäden; z, die Haltezangen; pn, zweiteilige Rute.

sichtbar wird und als Anhangsorgan erscheint, wird als Rute bezeichnet. Die Bildung des Begattungsorgans der Hymenopteren ist aber ganz verschieden von derjenigen der Coleopteren. Bei diesen reicht der Samenausführungsgang bis in die Spitze der Rute, welche dadurch zu einer eigentlichen Rute (Penis) wird; bei den Hymenopteren aber nur bis an den Grundteil des als Rute zu betrachtenden Anhangsorgans, welches bei der Begattung die Fortleitung der Samenpatronen in die Vulva des Weibchens vermittelt.

Auch die am Ende des zehnten Segments sitzende Rute der Eintagsfliegen (Ephemeridae) ist nach Eaton (Monogr. Ephem.) und Palmén mehr oder weniger zweiteilig; bei manchen Arten besteht sie aus zwei bis auf den Grund geteilten Hälften, welche wie zwei divergierende Röhrchen erscheinen. Jedes Röhrchen nimmt einen eigenen Samenausführungsgang auf, der an der Spitze ausmündet. Diese primitive Beschaffenheit des Begattungsorgans ist in Palméns berühmtem Buche „Ueber paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten" in mehreren Figuren (14—20, 21, 25, 29—34) dargestellt. Cornelius bildet den zweiteiligen Penis der *Palingenia longicauda* ab. (Fig. 239 pn.)

Einzig in ihrer Art ist die Lage und Beschaffenheit des Begattungsorgans der männlichen Odonaten (Wasserjungfern). Der Samenausführungsgang mündet in gewöhnlicher Weise am neunten Bauchhalbring (Fig. 240 I). Aber hier befindet sich kein Begattungsorgan, sondern es sind da nur zwei kleine, den Mündungsverschluss des Samenausführungsganges bedeckende Klappen vorhanden. Die Mündung ist von einem Chitinwalle umgeben, von dessen Mitte aus sich ein nach vorn gerichteter, die Mündung überlagernder hohler Stift erhebt. Nach Fortnahme dieses Stiftes (II) sehen wir in eine Oeffnung, in welche der Samenausführungsgang mündet (III). Die erwähnten Klappen liegen diesem Mündungsverschluss dicht auf. Mit Hilfe dieser kleinen Klappen wird durch Krümmung des Hinterleibes gegen den Grundteil desselben hin der ausmündende Samen auf den an der Bauchseite des dritten Segments sitzenden Begattungsapparat übertragen (Fig. 241). Dieser Apparat ist eigentümlich gebildet. Er steht mit inneren Organen nicht in Verbindung. Seine Beschaffenheit ist die folgende. An der Unterseite des zweiten Segments befindet sich ein Längsspalt, entstanden durch Einsenkung des Bauchschildes (sternum). Auf diesem erheben sich (Fig. 241 vl) zwei nebeneinander stehende, nach hinten sehende hakenförmige Fortsätze (innere Klappen). Von deren Fusse verläuft nach vorn zu jederseits eine zackige Leiste. In der hierdurch gebildeten Rinne befindet sich ein mittelständiger, isolierter, nach vorn gekrümmter Griffel.

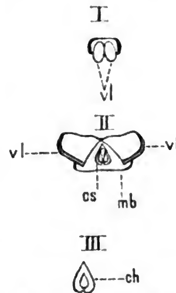


Fig. 240. Am neunten Hinterleibsringe befindliche Geschlechtsöffnung einer männlichen Wasserjungfer, *Cordulia aenea*. Orig.
I. Das Organ im Ruhezustande; vl, die beiden, die Oeffnung bedeckenden Klappen.
II. Das Organ, wenn es sich in Thätigkeit befindet; vl, die geöffneten Klappen; cs, die von einem Chitinringe eingefasste und von einem hohlen Stifte überragte Mündung des Samenausführungsganges; mb, die zwischen dem Grunde der beiden Klappen ausgespannte feine Haut.
III. Die von einem Chitinringe (ch) umgebene Mündung des Samenausführungsganges nach Entfernung des Stiftes.

Die Seitenteile des zweiten Segments, welche den Spalt ein-

schliessen, stehen etwas vor (Fig. 242), sind in den hinteren Ecken bei manchen Arten in einen Fortsatz ausgezogen und als äussere Klappen zu betrachten. In dem Spalt zwischen den inneren Klappen liegt das als Rute fungierende Organ (Fig. 241 cop). Dieses gehört zum dritten Segment des Hinterleibes, von dessen Vorderrande es entspringt. Wir dürfen diesen Anhang als Rute bezeichnen. Er ist bei den meisten Wasserjungfern dreigliedrig und sitzt einer Samenblase (vs) auf. Bei den Agrioniden und Calopterygiden ist er eingliedrig und von der Samenblase abgerückt.

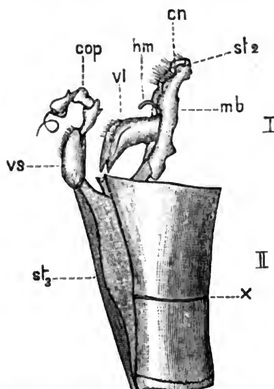


Fig. 241. Begattungsapparat einer männlichen Wasserjungfer, *Cordulia aenea*. Orig.

I, Die zum Begattungsapparat gehörigen Teile des zweiten Hinterleibsringes: st_2, umgebildeter Bauchschild; cn, Längsrinne; vl, an den Seiten der Rinne sitzende hakenförmige Klappen; hm, selbstständiger unpaariger Haken; mb, abgerissene Verbindungshaut zwischen dem Bauchschild und den Seitenteilen des hier fortgelassenen Segments (Fig. 242).

II. Der dritte Hinterleibsring: cop, das aus drei Gliedern bestehende Begattungsorgan; vs, Samenblase; st_3, Bauchschild des dritten Hinterleibsringes; x, Teilungsnaht desselben.

Aus der Darlegung in diesem Kapitel ergiebt sich, dass die Rute nebst ihren Anhängen physiologisch und morphologisch dem Legestachel der Orthopteren, Hymenopteren u. a. ähnlich ist. Die Rinne im Legestachel kommt der Rute gleich. Wie durch jene die Eier gleiten, so durch die Rute das Sperma. Auch die beiden Klappenpaare sind einander ähnlich. In der ursprünglichen Anlage, also am Embryo, gleichen sich die männlichen und weiblichen Geschlechtsanhänge noch mehr. Beide entstehen aus einem Paar kurzer griffelförmiger Vorragungen unmittelbar hinter der Mündung des Ausführungsganges der inneren Zeugungsorgane.

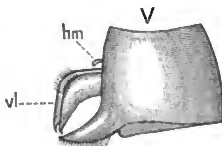


Fig. 242. Zweiter zu Fig. 241 I. gehöriger Hinterleibsring. Die zu dem Begattungsapparat gehörigen Stücke sind hineingezeichnet. Sie sind in Wirklichkeit mehr einwärts gerückt und haben die Lage, wie in Fig. 241. Orig. vl, die beiden Klappen; hm, mitteiständiger Haken; V, Vorderrand des Segments.

6. Segmentalsäckchen der Thysanuren und Poduriden. Tracheenkiemen.

Es ist noch auf die bei den Thysanuren und Poduriden vorkommenden Segmentalsäckchen hinzuweisen. Es sind paarig auftretende, einziehbare, bläschenförmige Gebilde, welche einzeln oder

zu zweien neben den Bauchgriffeln am Ende der Segmente sitzen und zeitweise hervorgestülpt werden. Sie finden sich bei *Campodea* in je einem Paar am zweiten bis siebenten Segment; bei *Nicoletia* am zweiten bis achten; bei *Machilis* sitzen ein Paar am ersten, zwei Paar am zweiten bis fünften und wieder ein Paar am sechsten bis siebenten Segment. Bei anderen Thysanuren, z. B. *Lepisma* und *Thermophila,* fehlen die Segmentalsäckchen. Dass bei den Skolopendrelliden und einem Teile der Diplopoden ganz ähnliche Segmentalsäckchen vorhanden sind, ist gewiss ein Ausdruck der Verwandtschaft der Thysanuren mit den Myriopoden.

Die Poduriden besitzen nur ein einziges, gleichfalls aus- und einziehbares Ventralsäckchen, und zwar am ersten Bauchhalbring. Es ist unter dem Namen „Ventraltubus" bekannt. Kurz ist es bei *Podura, Isotoma, Orchesella, Tomocerus* u. a.; in zwei lange Endstücke ausziehbar bei *Smynthurus.* (Vergl. Tullberg und Haase.)

Die Ventralsäckchen der angeführten Gliederfüsser treten nur in feuchtwarmem Raume in Funktion; sie werden dann nämlich hervorgestülpt, was nicht in kalter, feuchter Umgebung oder in einem trockenen Raume geschieht. Sie dienen zum Gasaustausch (s. später unter „Atmungsorgane").

Bei vielen im Wasser lebenden Insektenlarven kommen seitliche Anhänge am Hinterleibe vor; sie sind fadenförmig und gegliedert bei *Sialis,* einfach fadenförmig bei *Hydrous, Gyrinus* und *Paraponyx,* blattförmig bei Ephemeridenlarven. Es sind Atmungsorgane und werden „Tracheenkiemen" genannt (s. unter „Atmungsorgane").

7. Der taschenförmige Anhang der Parnassierweibchen.

Hier mag der Vollständigkeit wegen, obgleich er keinen organischen Zusammenhang mit dem Hinterleibe hat, der taschenförmige Hinterleibsanhang der weiblichen Apolloschmetterlinge von den Arten *Parnassius apollo, mnemosyne* u. v. a. erwähnt werden. Dieser Anhang oder die Tasche wurde früher für einen Bestandteil des Hinterleibes gehalten; sie ist scheinbar fest mit dem Hinterleibsende unterseits verbunden, von hornartiger Beschaffenheit, strukturlos und von weisser Färbung. Er ist kein besonderes Organ des Insekts und kann durch Aufweichen des trockenen Hinterleibes abgelöst werden. Wir haben es in der That nur mit einer getrockneten, vorher zähflüssig gewesenen Substanz zu thun, welche jedesmal während oder unmittelbar nach vollzogener Begattung von dem Männchen abgegeben und unterseits auf das Hinterleibsende des Weibchens vergossen wird. Deswegen ermangeln unbegattete Weibchen dieser Tasche. Ein ähnlicher Anhang wird ferner bei den Arten der mit *Parnassius* nahe verwandten Gattung *Euryades* Argentiniens und bei der gleichfalls zu den Papilio-

niden gehörigen Gattung *Eurycus* Australiens gefunden. Hier ist die Tasche aber anders gebildet und anders gefärbt. Vergl. die hierhergehörigen Abhandlungen von v. Siebold, Burmeister u. a. — Auch bei dem Weibchen von *Acraea thalia* findet sich hinter der Geschlechtsöffnung ein homologer Anhang (F. Müller).

Bauchfüsse der Larven vieler Insekten.

Füsse an den Segmenten des Hinterleibes kommen bei den Larven sehr verschiedener Insekten, namentlich bei denjenigen der Schmetterlinge (Lepidoptera) vor. Diese Füsse sind von den echten Füssen der Brustringe ganz verschieden und eigentlich nur ausgestülpte häutige Zapfen, welche auf der Endfläche mit einem Kranze kurzer Dörnchen ausgerüstet sind (Fig. 243). Die Larven (Raupen) der meisten Schmetterlinge besitzen 5 Paar solcher Hinterleibs- oder Bauchfüsse (Afterfüsse), nämlich je ein Paar am dritten bis sechsten und am zehnten Hinterleibsringe. Da das zehnte Segment mit dem neunten oft verwachsen ist, so sitzt das letzte Paar Bauchfüsse dann scheinbar am neunten Segment. Das letzte Paar wird auch Nachschieber genannt; diese fehlen niemals, sind aber zuweilen umgebildet, z. B. bei den Raupen der Gabelschwänze *(Harpyia, Platypteryx, Dryopteris)* in zwei nach hinten gestreckte Fortsätze verlängert, bei den Raupen der Notodonten meist plattenförmig verkümmert, bei der Raupe von *Stauropus* zu keulenförmigen Anhängen umgewandelt.

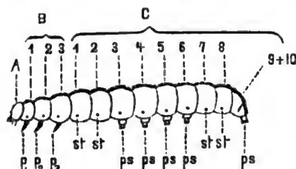


Fig. 243. Raupe eines Schmetterlings *(Pieris)*. A, Kopf; B, 1. bis 3. Brustring mit den zugehörigen echten Beinen p_1 bis p_3; C, die zehn Ringe des Hinterleibes, von denen der neunte und zehnte miteinander verschmolzen sind; am 3., 4., 5., 6. und 10. Segmente ps; st, st, Atemlöcher (Stigmen).

Die beiden ersten Hinterleibsringe, sowie der 7. bis 9. Hinterleibsring sind fusslos. Eine Raupe mit 14 Bauchfüssen von der Art *Lagoa crispata* (Bombycidae) wurde von Packard beschrieben; je ein Paar sitzt am zweiten bis siebenten und am zehnten Segment, aber dasjenige des zweiten und das des siebenten Segments sind sehr kurz. Weniger als 5 Paar, nämlich nur 2 Paar Bauchfüsse (am sechsten und zehnten Segment) zeichnen die Raupen der Spanner (Geometridae) aus. Nur wenige Gattungen derselben (z. B. *Metrocampa)* haben Raupen mit 3 Paar Bauchfüssen. Die jungen Larven der meisten Eulenschmetterlinge haben nur 3 Paar Bauchfüsse, und zwar je ein Paar am fünften und sechsten, sowie am zehnten Hinterleibsringe. Erst nach der dritten Häutung kommen auch am dritten und vierten Hinterleibsringe je zwei Bauchfüsse hervor. Diese Eigentümlichkeit ist z. B. bei *Agrotis pronuba, Mamestra leucophaea, Mamestra oleracea, Mamestra brassicae,*

Luperina matura, Brotolomia meticulosa, Caradrina morpheus, Caradrina alsines, Pachnobia rubricosa, Xylomiges conspicillaris, Cucullia umbratica, Aplecta nebulosa, Hadena atriplicis, Polia flavocincta zu sehen. Indes sind bei den Raupen einiger der genannten Arten schon auf der jüngsten Altersstufe Spuren der später sich bildenden Beine am dritten oder vierten oder an beiden Segmenten zu erkennen, nämlich bei *Pachnobia rubricosa* je ein Punkt an der Stelle der späteren Füsse; bei *Agrotis pronuba, Mamestra leucophaea* und *Cucullia umbratica* kleine Zitzen. (Goossens, Knatz.)

Die Raupen anderer Noctuidengattungen haben während ihrer ganzen Lebenszeit nur 4 Paar ausgebildeter Bauchfüsse, z. B. von *Catocala, Metoponia* und *Brephos.*

Bei der Abstreifung der letzten Larvenhaut, also bei der Verwandlung in die Puppe gehen die Bauchfüsse verloren. Die Unterseite der Hinterleibsringe der Puppe zeigt keine Spur von Bauchfüssen. Nur bei den Puppen der Sphingiden findet sich an den Stellen, wo bei den Raupen die Bauchfüsse gesessen haben, eine kleine Vertiefung. Bei den Bombycidenpuppen sind winzige Wärzchen als hinterlassene Spuren der Bauchfüsse anzusehen. Eine bemerkenswerte Ausnahme von der Regel, dass den Schmetterlingspuppen Bauchfüsse fehlen, machte H. Dewitz (Sitzungsber. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin. 1879. S. 9—10) bekannt. Nämlich bei der Puppe von *Hyalurga vinosa* Dr., welche der Konsul Dr. Gundlach von Cuba an das Berliner Museum für Naturkunde sandte, sind die Bauchfüsse am vierten, fünften und sechsten Hinterleibsringe in Form je zweier grosser Warzen sehr gut erhalten. Ebenso sind die Nachschieber deutlich ausgebildet.

Die Larven (Afterraupen) der Blattwespen (Tenthredinidae) besitzen allein unter allen Hymenopteren gleichfalls Bauchfüsse, und zwar an den meisten Hinterleibsringen. Dies entspricht ihrer freien Lebensweise an Blättern, worin sie den Schmetterlingsraupen gleichen. Die Larven der mit jenen sehr nahe verwandten Holzwespen (Siricidae) begnügen sich deswegen bloss mit den 6 Brustbeinen *(Sirex),* die indes den sich anschliessenden Larven von *Cephus,* welche in Grashalmen leben, gleichfalls fehlen. Auch die Larven der Blattwespen der Gattung *Lyda,* welche sich in einem Blattfutteral oder zwischen losem Gespinnst aufhalten, weisen nur drei Paar Brustfüsse und anstelle der Bauchfüsse nur Schwielen auf. Zum Unterschied von den Raupen der Lepidopteren sind die allermeisten Larven der Blattwespen mit 7 oder 8 Paar Bauchfüssen versehen, 7 Paar bei *Nematus, Euura, Hylotoma* u. a., 8 Paar bei *Cimbex, Abia, Lophyrus* usw.; auch 6 Paar kommen vor. Das erste Hinterleibssegment ermangelt stets der Bauchfüsse. Das letzte, zuweilen *(Lyda)* fehlende Paar dient als Nachschieber, wie bei den Lepidopterenraupen.

Auch die wenig bekannten Larven der Panorpiden *(Bittacus, Panorpa),* welche zur Verwandtschaft der Neuropteren gehören, nähern

sich durch den Körperbau und den Besitz von Bauchfüssen den Raupen der Schmetterlinge. Die Larven von *Bittacus* und *Panorpa* (Skorpionsfliege) weisen ausser den 3 Paar Brustbeinen 8 Paar Bauchfüsse auf; nur die beiden letzten Segmente sind frei von solchen. Die Bauchfüsse sind kurz, kegelförmig.

Die Larven der Lepidopteren, Tenthrediniden und Panorpiden unterscheiden sich in der Ausrüstung der ersten Hinterleibsringe mit Bauchfüssen, wie folgt. Den Larven der Lepidopteren fehlen die Bauchfüsse am ersten und zweiten (ausser *Lagoa*), denjenigen der Tenthrediniden am ersten Hinterleibsringe, während bei den genannten Panorpiden alle acht ersten Hinterleibsringe je ein Paar Bauchfüsse tragen.

Fusslos ist der Hinterleib der Larven mehrerer Lepidopteren (*Tischeria, Antispila, Limacodes* u. a.), einiger Tenthrediniden *(Lyda)* und einiger Panorpiden *(Boreus)*.

Wir finden auch unter den Larven der Käfer einige wenige, welche Bauchfüsse mitkommen haben, nämlich erstens die Larven von *Asclera* und *Nacerdes* aus der Familie der Oedemeriden. Einige der ersten Hinterleibsringe, z. B. bei *Asclera coerulea* der zweite, dritte und vierte Bauchring, tragen je zwei fussartige Stummeln, die am Ende mit Dörnchen besetzt sind. Aber auch auf dem Rücken der drei Brustsegmente und der drei ersten Hinterleibssegmente befinden sich je zwei warzenförmige, mit Körnchen bekleidete Höcker. Die genannten Larven leben in morschem Holz und unter der Rinde; es ist leicht einzusehen, dass sie sich vermittelst der rückenständigen und bauchständigen Höcker in ihren Bohrgängen leicht vorwärts bewegen können. Das gilt ebenso von den im Holz lebenden Larven anderer Coleopteren, namentlich der Cerambyciden, welche auf den meisten Körperringen, sowohl auf der Bauchseite wie auf der Rückenseite mit Querwülsten versehen sind (Fig. 200). Schliesslich ist noch mitzuteilen, dass die Larve eines kleinen Wasserkäfers, *Philhydrus testaceus*, (vergl. Abbildung bei Schioedte, Coleopterenlarven) an der Bauchseite des dritten bis siebenten Hinterleibsringes je zwei kurze Füsse besitzt, welche mit zahlreichen Börstchen bekleidet sind. Es scheint, dass die Larve auf diese Weise leichter an den Wasserpflanzen haften oder sich an denselben fortbewegen kann. Ueber die Bauchfüsse (Kriechschwielen) gewisser Dipterenmaden vergl. S. 299.

Der letzte Hinterleibsring hat nicht nur bei den Raupen der Lepidopteren und Tenthrediniden durch Ausbildung zweier fuss- oder höckerartiger Fortsätze Anteil an der Fortbewegung des Tieres. Auch die Larven vieler anderer Insekten besitzen am Ende des Hinterleibes einen nach unten vorspringenden Höcker, der als Nachschieber fungiert, z. B. die Larven der Kameelhalsfliegen (*Raphidia*), der Schnellkäfer (Elateridae) u. a. Bei den meisten Larven der letztgenannten

Käfer ist das ganze zehnte Hinterleibssegment nach unten unter das neunte Segment gerückt und zu einem einfachen, in manchen Gattungen mit Dörnchen besetzten Fusse umgebildet. Aehnlich verhält es sich bei vielen anderen Käferlarven. Bei den Kurzdeckkäfern (Staphylinidae) dient das letzte, röhrenförmig gestaltete und nach unten vorstehende Segment als Nachschieber. Die *Raphidia*-Larven bewegen sich vermittelst des Nachschiebers häufig rückwärts.

Auf die Nachschieber sind auch die beiden mit Endhaken versehenen Vorsprünge der Trichopterenlarven zurückzuführen, welche zum Festhalten in den von den Larven bewohnten Gehäusen dienen.

Im Innern von Holz und Stengeln befindliche Schmetterlingspuppen besitzen an den Hinterleibsringen Querreihen von kleinen Zähnen, welche den Puppen bei der Fortbewegung aus ihrer engen Wiege nach aussen kurz vor dem Ausschlüpfen des Insekts Dienste leisten. So ausgerüstet finden wir die Puppe des Weidenbohrers, *Cossus ligniperda*, der Arten von *Sesia, Trochilium*, der Tortriciden usw.

Die Larven der meisten Dasselfliegen, z. B. *Gastrophilus, Dermatobia,* sind ganz ähnlich beschaffen. Je nach der Gattung besitzen sie an den meisten oder nur an einigen Körperringen doppelte Querreihen scharfer Dornen, welche zur Fortbewegung unter der Haut oder im Körper der Wirtstiere dienen.

Ueber die zur Fortbewegung dienenden Anhangsorgane des Hinterleibes der Thysanuren und Poduriden möge man S. 313 nachsehen.

Unterseits am oder neben dem After befinden sich bei den Larven mancher Insekten, namentlich der Leuchtkäfer *(Lampyris)*, kurze fingerförmige oder verzweigte Haftschläuche, welche zum Anhaften am Orte dienen. Zu zweien oder vieren kommen sie bei den Larven von Carabiden *(Elaphrus, Dyschirius, Pterostichus, Anchomenus* u. a.) und Staphyliniden *(Stenus, Tachyporus, Philonthus* u. a.) vor. (Schioedte, De metamorph. Eleutherat. — Haase, Abdominalanh. d. Ins. S. 404.)

Auf dem Rücken des achten Hinterleibsringes tragen die Raupen der Dämmerungsfalter (Sphingidae) ein nach hinten gerichtetes Horn. Höcker oder hornähnliche Bildungen finden sich an derselben Stelle auch bei den Raupen vieler Bombyciden und verwandter Gruppen (Notodontidae, Atticidae, Ceratocampidae). Das einfache Horn der Sphingidenraupen ist wahrscheinlich aus zwei Dornen hervorgegangen. Im ersten Stadium gewisser *Sphinx*- und *Smerinthus(excoecatus)*-Larven Nordamerikas ist das Horn gegabelt. Spuren einer doppelten Anlage finden sich bei den jüngsten Larven von *Telea polyphemus* und *Callosamia promethea*. Vergl. Packard, Notes on some points in the external structure and phylogeny of Lepidopterous larvae. 1890. S. 99—105.

Schliesslich mag noch eines hervorstülpbaren, unter der vorletzten Bauchplatte sitzenden Anhangs Erwähnung geschehen, welcher bei Schmetterlingen vorkommt nnd von Stretch bei *Leucarctia acraea* („Papilio" 1883, Vol. 3, S. 41), von Weed bei *Pyrrharctia isabella* gefunden wurde (ebenda, S. 84).

Litteratur.

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Bd. 1832. S. 114 bis 120, 208—215, 227—241.

Huxley, Th. H., Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Tiere. Autoris. Uebers. v. Spengel. Leipzig, 1878.

Pagenstecher, H. A., Allgemeine Zoologie oder Grundgesetze des tierischen Baues und Lebens. 4. Teil. Berlin, P. Parey. 1881.

Graber, V., Die Insekten. I. Teil. 1877. S. 221—229.

Kirby, W., u. W. Spence, Einleitung in die Entomologie. Deutsch von Oken. 1827. III. Bd. S. 738—760.

Réaumur, R. A. F. de, Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. Paris, 1734—42. 7 Bände, 4⁰.

Schaum, H., Ueber die Zusammensetzung des Kopfes und die Zahl der Abdominalsegmente bei den Insekten. Mit 1 Taf. (Archiv f. Naturgesch. 29. Jahrg. Bd. 1. 1863. S. 247—260.) Nachtrag dazu. (Ebenda, S. 365—367.)

Haase, E., Die Zusammensetzung des Körpers der Schaben. (Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde. 1889. S. 128—136.)

Heer, O., Ueber Trichopteryx Kirby. (Stettin. Entom. Zeitung. 1843. S. 39—62.)

Schioedte, J. G., Bemerkungen über Myrmecophilen. Ueber den Bau des Hinterleibes bei einigen Käfergattungen. (Germars Zeitschr. f. Entomologie. 1844. S. 473—477. — Erichson, Bericht über die entomol. Leistungen. 1844. S. 16—17.)

Brauer, F., Ueber das Segment médiaire Latreille's. Mit 3 Taf. (Sitzb. k. Akad. d. Wissensch. Wien. 1882. 85. Bd. 1. Abt. S. 218—244.)

Latreille, P. A., Familles naturelles du règne animal. 2. Aufl. 1825.

Gosch, C. C. A., On Latreille's Theory of „le segment médiaire". (Naturhist. Tidsskrift. (3.) 13. Bd. 1883. S. 475—531.)

Gerstaecker, A., Die Gattung *Oxybelus*. (Zeitschr. f. d. gesamten Naturwiss. Halle. 1867. 30. Bd. S. 1—96).

Reinhard, H., Zur Entwicklungsgeschichte des Tracheensystems der Hymenopteren mit besonderer Beziehung auf dessen morphologische Bedeutung. (Berlin. Entom. Zeitschr. 1865. 9. Jahrg. S. 187—218. Mit 2 Taf.)

Brauer, F., Systematisch-zoologische Studien. (Sitzber. k. Akad. Wissensch. Wien, 1885. 91. Bd. S. 237—412.)

Eaton, A. E., A revisional Monograph of recent Ephemeridae or May-flies. (Transact. Linn. Soc. London. 1883—87. 2. Ser. Vol. 3. Mit 63 Taf.)

Mac Lachlan, R., A monographic Revision and Synopsis of the Trichoptera of the European Fauna. Mit 59 Taf. London, 1874—80.

Selys-Longchamps, E. de, Monographie des Libellulidées d'Europe. Mit 4 Taf. 1840.

Tullberg, T., Sveriges Podurider. (Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 1872. Bd. 10. Nr. 10. Mit 12 Taf.)

Meinert, F., Anatomia Forficularum. Anatomisk Undersogelse af de Danske Orentviste. I. (Naturhist. Tidsskr. 3. Raek, II. Bind. 1863. S. 427—482. Mit 1 Taf.)

Schioedte, J. G., De metamorphosi Eleutheratorum observationes. (Naturhist. Tidsskr. Bd. I—XIII, 1861—1883.)

Stein, F., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insekten. I. Die weiblich. Geschlechtsorgane der Käfer. Mit 9 Taf. Berlin, 1847.

Packard, A. S., The systematic position of the Orthoptera in relation to other orders of insects. (Third Report of the Unit. Stat. Ent. Commiss. 1883. S. 286—346. Mit 42 Taf.)

Haase, E., Die Abdominalanhänge der Insekten mit Berücksichtigung der Myriopoden. Mit 2 Taf. (Morpholog. Jahrbuch. 1889. 15. Bd. S. 331—435.)

—, Abdominalanhänge bei Hexapoden. (Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde. 1889. S. 19—29.)

Oudemans, J. T., (Titel d. Abhandl. s. S. 232.)

Grassi, B., I progenitori degli Insetti e dei Miriapodi. L'Japyx e la Campodea. (Atti dell' Accad. Gioenea d. Sc. Nat. Catania. 1885. Ser. 3. Vol. 19. 83 S., 5 Taf.)

—, —, I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Anatomia comparata dei Tisanuri e considerazioni generali sull' organizzazione degli Insetti. (Reale Accad. dei Lincei. Roma 1887. 66 S., 5 Taf.)

Palmén, J. A., Ueber paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten. Mit 5 Taf. Helsingfors, Frenckell & Sohn, 1884.

Cornelius, C., Beiträge zur näheren Kenntnis von *Palingenia longicauda* Ol. (Programm d. Real- u. Gewerbeschule zu Elberfeld, 1848. S. 1—38. Mit 4 Taf.)

Rathke, H., De Libellularum partibus genitalibus. Regiomonti, 1832. 4.

Lacaze-Duthiers, H., Recherches sur l'armure génitale femelle des Insectes. (Annal. d. sc. natur. 1849. T. 12. S. 353—374. Mit 1 Taf. — 1850. T. 14. S. 17—52. Mit 1 Taf. (Hyménoptères). — 1852. T 17. S. 206—251. Mit 1 Taf. (Orthoptères). — 1852. T. 18. S 337—390. Mit 1 Taf. (Hemiptères). — 1853. T. 19. S. 25—88. Mit 4 Taf. (Neuroptères, Thysanures, Coléoptères, Diptères); S. 203—237. (Lépidoptères, Aphaniptères; en général.)

Bassi, C. A., Studi sulle funzioni degli organi genitali degl' Insetti da lui osservati più specialmente nella Bombyx mori. (Atti della 5. Riun. d. Scienz. Ital. Lucca. 1844. S. 39—94.)

Siebold, C. Th. E. von, Ueber die Fortpflanzungsweise der Libellulinen. (Germars Zeitschr. f. Entom. 1840. 2. Bd. S. 421—438.)

Saunders, E., Further notes on the terminal segments of Aculeate Hymenoptera. Mit 1 Taf. (Transact. Entom. Soc. London. 1884. S. 251—267.)

Packard, A. S., Observations on the Development and Position of the Hymenoptera with Notes on the Morphology of Insects. (Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. 1866. — Ann. u. Mag. Nat. Hist. 1866. 3. ser. vol. 18. S. 82—99.)

Driedzicki, H., Revue des espèces européennes du genre Phronia Winn. Mit 10 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. 1889. Bd. 23. S. 404—532.)

Suckow, F. W. L., Geschlechtsorgane der Insekten. (Heusinger, Zeitschr. organ. Physik. 1828. 2. Bd. S. 231—264. Mit 1 Taf.)

Eaton, A. E., Remarks upon the Homologies of the Ovipositor. (Transact. Entom. Soc. London. 1868. S. 141—144.)

Westhoff, F., Ueber den Bau des Hypopygiums der Gattung *Tipula* Meig. Mit 6 Taf. Münster, 1882.

Hofmann, O., Beiträge zur Kenntnis der Butaliden. Mit 1 Taf. (Stettin. Entom. Zeit. 1890. S. 205—211.)

Davis, H., Notes on the pygidia and cerci of insects. (Journ. R. microscop. Soc. 1879. Vol. 2.)

Leuckart, R., Die Anatomie der Biene. Erläuternder Text zu einer in Farbendruck ausgeführten Wandtafel. Cassel u. Berlin, 1885.

Fengger, H., Anatomie und Physiologie des Giftapparates bei den Hymenopteren. Mit 1 Taf. (Archiv f. Naturgesch. 1863. S. 139—178.)

Dewitz, H., Ueber Bau und Entwicklung des Stachels der Ameisen. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1877. 28. Bd. S. 527—556. Mit 1 Taf.)

—, —, Vergleichende Untersuchungen über Bau und Entwicklung des Stachels der Honigbiene und der Legescheide der grünen Heuschrecke. Dissertation. Königsberg, 1874.

—, —, Ueber Bau und Entwicklung des Stachels und der Legescheide einiger Hymenopteren und der grünen Heuschrecke. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. 25. Bd. 1874. S. 174—200. Mit 2 Taf.)

—, —, Ueber die Führung an den Körperanhängen der Insekten. (Berlin. Entom. Zeitschr. Bd. 26. 1882. S. 51—68. Mit Holzschn.)

Kraepelin, K., Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und die Entwicklung des Stachels der bienenartigen Tiere. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 23. Bd. 1873.)

Lambrecht, A., Sämtliche Teile des Stechapparates im Bienenkörper

und ihre Verwendung zu technischen und vitalen Zwecken. (Bienenwirtsch. Centralbl. 7. Jahrg. 1871. S. 5—11.)

Mc Cook, H. Ch., The natural history of the agricultural ant of Texas. A monograph of the habits, architecture and structure of Pogonomyrmex barbatus. Philadelphia, 1880.

Carlet, G., Mémoire sur le venin et l'aiguillon de l'abeille. Mit 1 Taf. (Ann. d. Sc. nat. Zool. 7. sér. T. IX. 1890. S. 1—17.)

Graber, V., Die Aehnlichkeit im Baue der äusseren weiblichen Geschlechtsorgane bei den Lokustiden und Akridiern auf Grund ihrer Entwicklungsgeschichte. Mit 1 Taf. (Sitzber. k. Akad. d. Wissensch. Wien. 1870. 61. Bd. S. 1—20.)

Sollmann, A., Der Bienenstachel. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. XIII. 1863. S. 528—540. Mit 1 Taf.)

Ihering, H. von, Der Stachel der Meliponen. (Entom. Nachr. 1886. 12. Jahrg. S. 177—188. Mit 1 Taf.)

Meinert, F., Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie. Kjöbenhavn, 1860. 68 S. u. 3 Taf. (Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. 5. Raek, 5. Bind.)

Beyer, O. W., Der Giftapparat von *Formica rufa* ein reduziertes Organ. (Jena. Zeitschr. Naturw. 1890. Bd. 25. S. 26—112. Mit 2 Taf.)

Cholodkowsky, N., Ueber den Hummelstachel und seine Bedeutung für die Systematik. (Zool. Anzeiger. 1874. S. 312—316.)

Adler, H., Legeapparat und Eierlegen der Gallwespen. (Deutsche Entom. Zeitschr. 1877. 21. Jahrg. S. 305—332. Mit 1 Taf.)

Packard, A. S., On the Structure of the Ovipositor and Homologous Parts in the Male Insects. Mit Holzschn. (Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 11. 1868. S. 393—399.)

Chadima, J., Ueber die Homologie zwischen den männlichen und weiblichen äusseren Sexualorganen der Orthoptera Saltatoria Latr. Mit 1 Taf. (Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. 1872. S. 25—33).

Ormancey, P., Recherches sur l'étui pénial considéré comme limite de l'espèce dans les coléoptères. (Ann. sc. nat. 1849. 3. sér. Zool. T. XII. S. 227—242.)

Roussel, C., Recherches sur les organes génitaux des insectes coléoptères de la famille des Scarabéides. (Compt. rend. Acad. d. sc. Paris. 1860. T. 50. S. 158—161.)

Sharp, D., On the structure of the terminal segment in some male Hemiptera. Mit 3 Taf. (Trans. Ent. Soc. London. 1890. S. 399—427.)

Radoszkowski, O., Révision des armures copulatrices des mâles de la tribu des Chrysides. Mit 6 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. T. 23. 1889. S. 3—40.)

Radoszkowski, O., Révision des armures copulatrices des mâles du genre *Bombus*. (Bull. Soc. Natur. Moscou. 1884. Tome 49. S. 51—92. Mit 4 Taf.)

—, —, Révision des armures copulatrices des mâles de la tribu Philérémides. (Ebenda, 1885. Tome 61. S. 359—370. Mit 2 Taf.)

—, —, Révision des armures copulatrices des mâles de la famille des Mutillidae. (Horae Soc. Ent. Ross. 1885. Tome 19. S. 3—49. Mit 9 Taf.)

Audouin, J. V., und Lachat, Observations sur les organes copulateurs mâles des Bourdons. (Annal. général. d. sc. phys. 1821. Bd. 8. S. 285—289.)

Dufour, L., Sur l'appareil génital mâle du Coraebus bifasciatus. (Thomson, Archiv. entomol. 1857. T. 1. S. 378—381.)

Mc Lachlan, R., On the Sexual Apparatus of the Male Acentropus. (Transact. Ent. Soc. London. 1872. S. 157—162.)

White, F. Buchanan, On the Male Genital Armature in the Rhopalocera. (Transact. Linn. Soc. 1. Ser. Zool. Vol. I. S. 357—369. Mit 3 Taf.)

Gosse, Ph. H., On the Clasping-organs ancillary to Generation in certain Groups of the Lepidoptera. (Transact. Linn. Soc. 1882. 2. Ser. Zool. Vol. II. S. 265—345. Mit 8 Taf.)

—, —, The Prehensors of Male Butterflies of the Genera Ornithoptera and Papilio. (Proceed. Roy. Soc. London. 1881. Vol. 33. S. 23—27.)

Scudder, S. H., and E. Burgess, On Asymetry in the Appendages of Hexapod Insects, especially as illustrated in the Lepidopterous genus Nisoniades. (Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. 1871. Vol. 13. S. 282—306.)

Hofmann, O., Beiträge zur Kenntnis der Butaliden. (Stett. Entom. Zeit. 1888. S. 335—347. Mit 1 Taf.)

Thomson, C. G., Några anmärkningar öfver arterna of slägtet Carabus. (Thomson's Opuscula Entomologica. 7. B. 1857. S. 615 bis 729. Mit 1 Taf.)

Kraatz, G., Ueber die Wichtigkeit der Untersuchung des männlichen Begattungsgliedes der Käfer für die Systematik und Artunterscheidung. (Deutsche Entom. Zeitschr. 1881. 25. Bd. S. 113—126.)

—, —, Ueber das männliche Begattungsglied der europäischen Cetoniiden und seine Verwendbarkeit für deren scharfe spezifische Unterscheidung. (Ebenda. S. 129—142.)

Lindeman, C., Vergleichend-anatomische Untersuchung über das männliche Begattungsglied der Borkenkäfer. (Bull. Soc. Imp. d. Natural. Moscou. 1875—77.)

Hagens, von, Ueber die Genitalien der männlichen Bienen, besonders der Gattung *Sphecodes*. (Berlin. Entom. Zeitschr. 1874. S .25—43.)

—, —, Ueber die männlichen Genitalien der Bienengattung Sphecodes. Mit 2 Taf. (Deutsche Entom. Zeitschr. 1882. S. 209—228.)

Schäffer, J. Ch., Neuentdeckte Teile an Raupen und Zweyfaltern nebst der Verwandlung der Hauswurzraupe zum schönen Tagvogel mit Augenspiegeln (Parnassius apollo). 54 S., 2 Taf. Regensburg, 1754. — 2. Ausg. 1763.

Siebold, C. Th. E. von, Ueber den taschenförmigen Hinterleibsanhang der weiblichen Schmetterlinge von Parnassius. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1850. 3. Bd. S. 54—61. — Stett. Ent. Zeit. 1851. S. 176—185.)

Burmeister, H., Ueber die Gattung Euryades Feld. (Stettin. Ent. Zeitung. 1870, S. 414—421). — Nachtrag dazu, ebenda 1874, S. 427—429.

Hagen, H. A., La poche des femelles chez le genre Euryades. (Annal. Soc. Ent. Belgique. 1875. C. R. S. 55—56.)

Weyenbergh, H., Sobre el apendice al abdomen de las hembras del género Euryades Feld. Con Fig. (Periódico zoológ. T. 2. 1878. S. 38—42.)

Elwes, H. J., On Butterflies of the Genus Parnassius. (Proceed. Zool. Soc. London. 1886. S. 6—53. Mit 4 Taf.)

Müller, F., Der Anhang am Hinterleibe der Acraea-Weibchen. (Zool. Anz. 6. Jahrg. 1883. S. 415—416.)

Packard, A. S., Notes on some points in the external structure and phylogeny of Lepidopterous larvae. (Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. XXV. 1890. S. 83—114. Mit 2 Taf.)

Goossens, T., Les pattes des Chenilles. (Ann. Soc. Ent. France. 1887. 6. sér. VII. vol. S. 385—404.)

—, —, Note sur les pattes membraneuses des Chenilles. (Ebenda, 1868. 4. sér. VIII. vol. S. 745—748.)

Brauer, F., Beiträge zur Kenntnis der Panorpiden-Larven. (Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien. 1863. Bd. 13. S. 307—324. Mit 2 Taf.)

Knatz, L., Verwandtschaft und relatives Alter der Noctuae und Geometrae. (Festschrift des Vereins f. Naturkunde zu Cassel. 1886. S. 195—216. — Vorläuf. Mitteilung im Zool. Anz. 1886. S. 610—612.)

Poulton, E. B., Further notes upon the markings und attitudes of lepidopterous larvae. [Schwanzhorn der Sphingidenraupen.] (Transact. Ent. Soc. London. 1885. S. 281—329. Mit 1 Taf.)

Piepers, M. C., Over den zoogenaamden hoorn der Sphingiden-rupsen. (Tydschr. voor Entom. 1889. 32. deel. Versl. S. 123—135.)

---

4. Die inneren Organe, welche das Leben des Insekts und seinen Verkehr mit der Aussenwelt bedingen. Allgemeine Bemerkungen.

Die Betrachtung der Form und Bildung der äusseren Körperteile der Insekten ist beendet. Die ringförmige Gliederung des Insektenkörpers, welche eine wesentliche Eigenschaft desselben ist; die Ausrüstung einiger Körperringe mit Anhängen, welche nur den Zweck haben, teils die zum Wachstum und zur Erhaltung des Lebens nötige Nahrung aufzunehmen, zu verarbeiten und in den Mund einzuführen, teils die leichtere Bewegung des Körpers von der Stelle zu ermöglichen, um den Anforderungen des Lebens bestens zu genügen, teils bei der Erzeugung der Nachkommenschaft eine höchst wichtige Rolle zu spielen: die Betrachtung aller dieser Körperteile lehrt uns das Insekt eben nur von der Aussenseite kennen. Wie die lebenerhaltenden Organteile des Körpers beschaffen sind; wie und durch welche Organe die aufgenommene Nahrung zum Wohle des Körpers verarbeitet wird; durch welche Organe die unbrauchbaren Stoffe ausgeschieden werden; auf welche Weise die Bewegungswerkzeuge ihre Aufgabe lösen können; welche Organe den Antrieb zu allen Lebensäusserungen besorgen; welche Einrichtungen das Leben zu erhalten imstande sind; und dass die äusseren, der Fortpflanzung des Individuums dienenden Anhänge erst durch die im Innern des Körpers befindlichen Zeugungsorgane ihren Zweck erfüllen können: dies alles in elementaren Zügen dem Leser vorzuführen, soll die Aufgabe der folgenden Kapitel sein.

Die Bewegung der Rumpfteile und der Anhänge wird durch die Muskeln vermittelt. Der Quell aller Lebensäusserungen ist das Nervensystem. Die Grundlage der lebendigen Körperorganisation bilden die Atmungsorgane und das Blutzirkulationssystem. Zur Auf-

Fig. 244.

Seitlicher Längsschnitt durch ein Insekt, um die Lage und Anordnung eines Teiles der inneren Organe zu zeigen. Die Flügel und Beine sind verkürzt dargestellt. Schemat.
A, Kopf; a, Fühler; au, Auge; cl, Kopfschild; l, Oberlippe; k_1, Oberkiefer; k_3, Unterkiefer; k_4, Unterlippe; t, Taster.
B_1, B_2, B_3, Vorder-, Mittel- und Hinterbrust; b_1, b_2, b_3, Vorder-, Mittel- und Hinterbein; f, Schenkel; h, Hüfte; tr, Schenkelring.
C, Hinterleib; 1—10, die zehn Segmente desselben.

Der Nahrungskanal reicht von der Mundhöhle (ph) bis zum After (an) am Ende des letzten Hinterleibsringes. Die einzelnen Teile des Darmes sind von vorn an gezählt: oe, der Schlund; ig, dessen kropfartige Anschwellung; chl, der Magen; i der Dünndarm; r, der Dickdarm. Die Malpighischen Gefässe (vm) münden vorn in den Dünndarm. Die Speicheldrüsen (gh) münden in die Mundhöhle. —

Das langgestreckte Rückengefäss (Herz) vd, das Zentrum des Blutzirkulationssystems, liegt in der Mittellinie unter der Rückenhaut und erstreckt sich von dem Hinterleibsende bis in den Vorderkörper. —

Der Centralnervenstrang verläuft an der Bauchseite und besteht aus den knotenförmigen Anschwellungen g, den diese verbindenden Nervensträngen cm und den abgezweigten Nerven n; gs, oberer Schlundnervenknoten (Gehirn); gi, unterer Schlundnervenknoten; cms, Schlundkommissur. — ap, Gabelförmige Chitinfortsätze (Apophysen), welche die Centralnervenkette stützen.

Der Fortpflanzungsapparat liegt unterhalb und zu beiden Seiten des Darms. Von den beiden Eierstöcken (o) ist der rechte fortgelassen. ov, Eileiter; va, Scheide; bc, Begattungstasche; gl, Anhangsdrüse.

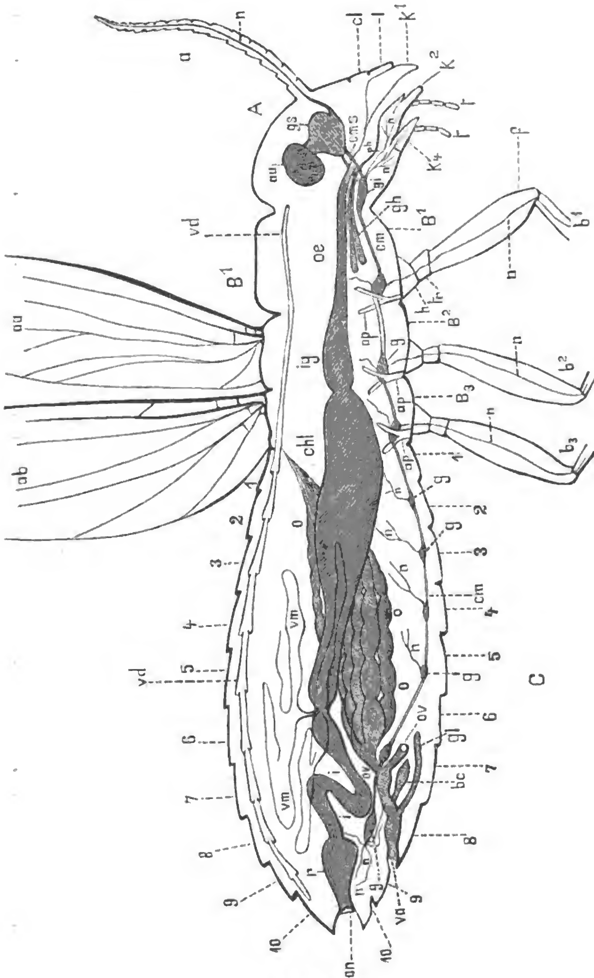


Fig. 244.

nahme der Nahrung und deren Nutzbarmachung für den Körper dient der Nahrungskanal. Die Fortschaffung der dem Körper nicht dienlichen Stoffe, sowie die Ausscheidung der zur Gespinnstverfertigung und zur Verteidigung verwendbaren Sekrete haben die Exkretionsorgane zu besorgen. (Fig. 244.)

Das äussere Chitinskelett kann bei der Betrachtung der inneren Organisation aber niemals ganz ausser Acht gelassen werden; denn es ist der Träger der inneren Organe, welche in den meisten Fällen mit dem äusseren Chitinpanzer eng verbunden sind. Und mannigfaltige innere Vorsprünge desselben ragen als „inneres Skelett" in den Innenraum des Körpers hinein und dienen als Ansatzstellen oder als Stützen innerer Organteile. Im Anschluss sowohl an das äussere Skelett, welches wir verliessen, als auch an die innere Körperorganisation, zu welcher das innere Skelett in Beziehung steht, ist es geraten diesem vorerst einige Aufmerksamkeit zu widmen. (S. 349.)

Litteratur.

Swammerdamm, Joh., Bijbel der natuure, of historie der Insecten. (Biblia naturae, sive Historia Insectorum, in classes certas redacta.) Accedit praefatio, in qua vitam auctoris descripsit Hermannus Boerhave Med. Prof. — Leydae, Severin. 1737—38. 2 Bde. Fol. — Deutsche Ausgabe, Leipzig, Gleditsch. 1758. Fol. m. 53 Kupfertaf.

Réaumur, R. A. de, Mémoires pour servir à l'histoire naturelle et à l'anatomie des Insectes. 6 Bände. Paris 1734—42. 4°. Mit 267 Taf.

Lyonet, P., Traité anatomique de la Chenille qui ronge le bois de saule. II. Éd. Haag, 1762. Mit 18 Taf.

—, —, Recherches sur l'anatomie et les metamorphoses de différentes espèces d'Insectes. Paris, 1832. 4°, 580 S. u. 54 Taf. (Mém. du Muséum d'Hist. nat. Paris. 1829. T. 18. S. 233—312, 377—464, mit 13 Taf. — 1830. T. 19. S. 57—131, 341—455, mit 21 Taf. — T. 20. S. 1—241, mit 20 Taf.)

Straus-Duerkheim, H. E., Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du hanneton vulgaire. Paris, 1828. 19 u. 434 S.; Atlas m. 10 Doppeltaf.

—, —, Traité pratique et théoretique d'Anatomie comparative. Paris, 1842. 2 Bände, 434 und 435 S.

Meckel, J. F., Bruchstücke aus der Insekten-Anatomie. (Beiträge zur vergl. Anat. I. 1809. S. 105—131.)

Treviranus, G. R., Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts. 1. u. 2. Bd. Göttingen, 1816—17. 4.

Owen, R., Lectures on the comparative Anatomy and Physiology of the Invertebrate Animals. 2. Ed. London, 1855.

Cuvier, G., Le Règne animal. Insectes. I. Édition accompagnée de planches gravées. Paris.
Lacordaire, Th., Introduction à l'Entomologie. 2 Bde. u. Atlas. Paris, 1834—1838.
Cuvier, G., Leçons d'Anatomie comparée. II. Éd. Paris, 1835—1846. (Deutsche Ausgabe, Stuttgart, Hoffmann. 1839.)
Brullé, A., Introduction à l'histoire naturelle des Insectes: Anatomie et Physiologie des Articulés. Paris, 1840. Mit 24 Taf.
Gaede, H. M., Beiträge zur Anatomie der Insekten. Mit 1 Taf. Altona, 1815. 34 S.
—, —, Beiträge zur Anatomie der Insekten. Mit 1 Taf. (Acta Acad. Leop. Carol. 1823. T. 11. Pars II. S. 325—340.)
Kölliker, A., Zur feineren Anatomie der Insekten. (Harnorgane, Epithel des Magens, Tracheenverästelungen im Innern von Zellen, Krystalle in der Chitinhaut, Entwicklung des Chorion.) (Verhandl.d.phys.-med.Gesellsch.Würzburg. 1857. T.8. S.225—235.)
Graber, V., Die Insekten. I. Teil. München, 1877.
Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Bd. 1832, Berlin.
Tullberg, T., Sveriges Podurider. (Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handling. Stockholm. Bd. 10. 1872. S. 1—70. Mit 12 Taf.)
Leuckart, R., Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Tiere. Braunschweig, 1848.
Gerstaecker, A., Die Klassen und Ordnungen des Tierreichs. V. Band. Gliederfüssler (Arthropoda). Leipzig u. Heidelberg, 1866—1879.)
Dohrn, A., Zur Anatomie der Hemipteren. (Stettin. Entom. Zeit. 1866. 27. Jahrg. S. 321—352. Mit 1 Taf.)
—, —, De anatomia Hemipterorum. Vratislaviae, 1865. Mit 1 Taf.
Leydig, F., Anatomisches und Histiologisches über die Larve von Corethra plumicornis. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. Bd. 3. S. 435—451. Mit 1 Taf.)
—, —, Zum feineren Bau der Arthropoden. (Archiv f. Anat. u. Physiol. 1855. S. 376—480. Mit 3 Taf.)
—, —, Zur Anatomie der Insekten. (Ebenda. 1859. S. 33—89, 149 bis 183. Mit 3 Taf.)
—, —, Lehrbuch der Histiologie des Menschen und der Tiere. Frankfurt, 1857.
—, —, Vom Bau des tierischen Körpers. Mit 1 Taf. Tübingen, 1864.
—, —, Untersuchungen zur Anatomie und Histiologie der Tiere. Bonn, 1883. (174 S., 8 Taf.)
Leuckart, R., und H. Frey, Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Tiere. Leipzig, 1847.
—, —, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Tierreichs. Vergleichende Anatomie und Physiologie. Stuttgart, 1852.
Huxley, Th. H., Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Tiere Leipzig, 1878. Deutsch v. Dr. J. W. Spengel.

Carus, J. V., Icones Zootomicae. I. Hälfte. Taf. 14—16. Leipzig, Engelmann, 1857.

Edwards, H. Milne, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Paris, 1857—1859. 5 Bände. (Atmung d. Insekten. Bd. II. S. 152—194; — Blutzirkulation. Bd. III. S. 215—238; — Verdauungsapparat. Bd. V. S. 498 bis 536, 581—638.)

Gegenbaur, C., Grundriss der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. 1878.

Camerano, Lor., Anatomia degli Insetti. Torino, 1882. 251 S., 57 Holzschn., 9 Taf. aus Straus-Dürkheims Werk über Melolontha.

Schmidt, E. Oscar, Lehrbuch der Zoologie. Wien, 1854. (Insekten S. 174—276.)

Siebold, C. Th. E., von, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Berlin, 1848.

Dufour, L., Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Coléoptères. (Ann. sc. nat. 1824. T. 2. S. 462—482, m. 1 Taf.; — 1824. T. 3. S. 215—242, mit 5 Taf., 476—491, mit 3 Taf.; — 1825. T. 4. S. 103—125; — 1825. T. 5. S. 265—283; — 1825. T. 6. S. 150—206, mit 6 Taf., 427—468, mit 4 Taf.; — 1826. T. 8. S. 5—54, mit 4 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur les Labidoures, précédées de quelques considérations sur l'établissement d'un ordre particulier pour ces Insectes. (Ebenda, 1828. T. 13. S. 337—366. Mit 4 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères. (Mém. d. Savants étrang. à l'Acad. d. Sc. 1833. T. 4. S. 129 bis 462. — Sep. Paris, 1833. 332 S. u. 19 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur quelques Insectes Coléoptères de la famille des Dermestines etc. (Ann. sc. nat. sér. 2. 1834. T. 1. S. 56—84. Mit 3 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, les Hyménoptères et les Neuroptères. (Mém. Mathémat. d. Savants étrangers. Paris, 1841. T. 7. S. 265—647. Mit 13 Taf.)

—, —, Anatomie générale des Diptères. (Ann. sc. nat. sér. 3. 1844. T. 1. S. 244—264.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques sur les insectes Diptères de la familles des pupipares. (Ebenda, sér. 3. 1845. T. 3. S. 49—95. Mit 2 Taf.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques sur une Mouche. (Mém. Mathémat. des Savants étrang. Paris 1846. T. 9. S. 545—628. Mit 3 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et physiologiques sur les Diptères. (Ebenda. Paris, 1851. T. 11. S. 171—360. Mit 11 Taf.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques et observations sur les larves des Libellules. (Ann. sc. nat. sér. 3. 1852. T. 17. S. 65 bis 110. Mit 3 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur les Hyménoptères de la famille

des Urocerates. (Ebenda, sér. 4. 1854. T. 1. S. 201—236. Mit 1 Taf.)

—, —, Fragments d'anatomie entomologique. (Ebenda, sér. 4. 1857. T. 8. S. 5—17, 361—376, m. 1 Taf.; — 1858. T. 9. S. 1—22, m. 1 Taf.)

Newport, G., On the Natural History, Anatomy and Development of the Oil-beetle (Meloë). II. (Transact. Linn. Soc. London. 1851. T. 20. S. 321—357. Mit 1 Taf.)

—, —, On the Anatomy and Affinities of Pteronarcys regalis Newm. (Ebenda. T. 20. S. 425—453. Mit 1 Taf.)

—, —, The Anatomy and Development of certain Chalciditae and Ichneumonidae. (Ebenda. 1852. T. 21. S. 61—77. Mit 1 Taf.; — 1853. T. 22. S. 85—93. Mit 1 Taf.)

—, —, Der Artikel „Insecta" in Todd's Cyclopaedia of Anatomy a. Physiology. London, 1839. Part. 17. a. 18. S. 853—994.

Burmeister, H., Anatomical observations upon the Larva of Calosoma sycophanta. Mit 2 Taf. (Trans. Entom. Soc. London. 1836. T. 1. S. 235—241.)

Brauer, F., Beiträge zur Kenntnis des inneren Baues und der Verwandlung der Neuropteren. (Verhdl. zool.-bot. Ver. Wien. 1854. T. 4. S. 463—472; — 1855. T. 5. S. 700—726. Mit 5 Taf.)

—, —, Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte der Chionea araneoides (von J. Egger und G. Frauenfeld) nebst Anatomie des Insektes und der Larve. (Verhandl. d. zool.-bot. Ver. Wien. 1854. Bd. 4. S. 609—616. Mit 1 Taf.)

Loew, H., Abbildungen und Bemerkungen zur Anatomie einiger Neuropterengattungen. (Linnaea Entom. 1848. Bd. 3. S. 345—386. Mit 6 Taf.)

Pictet, F. J., Recherches pour servir à l'anatomie des Phryganides. Genève, 1834. 4. 235 S. u. 20 Taf.

Hagen, H. A., Die Entwicklung und der innere Bau von *Osmylus*. (Linnaea Entom. 1852. Bd. 7. S. 368—418. Mit 2 Taf.)

—, —, Monographie der Termiten. Kapitel „Anatomie". (Linnaea Entomol. 1858. 12. Bd. S. 299—330.

—, —, [Zur Kenntnis der Anatomie von Termes bellicosus. Mit 2 Taf.] in: Peters' Reise nach Mossambique. Zool. V. Insekten u. Myriopoden. Berlin, 1862. S. 69—83. Mit 2 Taf.

Leidy, J., Internal anatomy of Corydalus cornutus in its three Stages of Existence. Mit 2 Taf. (Journ. American Acad. of Arts a. Sc. 1848. T. 4. S. 162—168.)

—, —, History and Anatomy of the Hemipterous Genus Belostoma. (Journal Acad. Nat. Sc. Vol. I. [N. S.] S. 57—67. Mit 1 Taf.)

Lubbock, J., Monograph of the Collembola and Thysanura. Mit 78 Taf. (Ray Society. London 1873.)

Baltzer, R. H., De anatomia Sphingidarum. 1864. 36. S., 1 Taf.

—, —, Zur Anatomie und Physiologie der Dämmerungsfalter (Sphingidae). (Archiv f. Naturgesch. 1864. 23. Jahrg. S. 154—190. Mit 1 Taf.)

Mark, E. L., Beiträge zur Anatomie und Histiologie der Pflanzenläuse, insbesondere der Cocciden. Diss. 58 S. u. 3 Taf. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1876. Bd. 13.)

Kramer, P., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gattung Philopterus. (Zeitschrift f. wiss. Zool. 1869. Bd. 19. S. 452 bis 468. Mit 1 Taf.)

Filippi, F. de, Alcuni Osservazioni anatomico-fisiologiche sugl'Insetti in generale ed in particulare sul Bombice de Gelso. (Ann. dell R. Accad. Agricolt. Torino, 1852. T. 5, 25 S., 3 Taf. — Uebersetzt von C. A. Dohrn, Stett. Ent. Zeit. 1852. T. 13. S. 258—267; 1853. T. 14. S. 124—132. Mit 1 Taf.)

—, —, Breve Riasunto di alcune ricerche anatomico-fisiologiche sul baco da seta comunicate alla società delle scienze biologiche de Torino nella tornata del 13 Luglio 1853. 4 S. Uebersetzt von C. A. Dohrn, Stett. Ent. Zeit. 1854. T. 15. S. 7—11.)

Joly, N., Sur l'histoire naturelle et l'anatomie de la Mouche feuille (*Mantis siccifolia*) des Seychelles. Toulouse 1871. 8⁰. Mit 4 Taf.

Lowne, B., Anatomy and physiology of the Blow-Fly (*Musca vomitoria*). London, Voorst. 1869. Mit 10 Taf.

Targioni-Tozzetti, A., Studj sulle Coccinigle. (Mem. d. Soc. Ital. di Sc. Natural. Milano 1867. T. III. Nr. 3. 4⁰. Mit 7 Taf.)

Scheiber, S. H., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestriden-Larven. Mit 5 Tafeln. (Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. 1860. 41. Bd. S. 409—496; — 1862. 45. Bd. S. 7—68.)

Imhof, O. E., Beiträge zur Anatomie der Perla maxima Scop. Aarau, 1881. Mit 2 Taf.

Olfers, E. de, Annotationes ad anatomiam Podurarum. Mit 4 Taf. Berolini, 1862.

Scudder, S. H, Fragments of the coarser anatomy of Diurnal Lepidoptera. Cambridge, 1882. 83 S. (Abdruck aus der „Psyche" Vol. 3.)

Meinert, F., Anatomia Forficularum. I. Kjöbenhavn, 1863. Mit 1 Taf.

Verson, E., Beiträge zur Anatomy des Bombyx Yama-Mai. (Sitzgsber. k. k. Akad. d. Wiss., math.-naturwiss. Klasse. Wien, 1870. I. Abt.)

Guyon, Histoire naturelle et médicale de la Chique (*Rhynchoprion penetrans* Oken). Paris, 1870. Mit 5 Taf. (Sep. aus der Revue et Mag. de Zool. 1865—1869.)

Furlonge, W. K., On the Internal Structure of the *Pulex irritans*. Mit 2 Taf. (Journ. Quekett Microscop. Club. Vol. 3. 1872 bis 1874. S. 12—25.)

Vayssière, A., Recherches sur l'organisation des larves des Éphémérines. (Ann. d. sc. nat. Zool. 6. sér. T. 13. S. 1—137. Mit 11 Taf.)

—, —, Monographie zoologique et anatomique du genre *Prosopistoma* Latr. (Ebenda. 7. Ser. T. 9. S. 19—87. Mit 4 Taf.)

Landois, L., Anatomie des Hundeflohs (Pulex canis). Dresden, 1866. 4. Mit 7 Taf.

—, —, Untersuchungen über die auf dem Menschen schmarotzenden Pediculiden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1864. 14. Bd. S. 1—41. Mit 5 Taf.; — 1865. 15. Bd. S. 32—55, 494—503. Mit 4 Taf.)

—, —, Anatomie der Bettwanze (Cimex lectularius L.) mit Berücksichtigung verwandter Hemipterengeschlechter. Mit 4 Taf. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1868. Bd. 18. S. 206—224; — 1869. Bd. 19. S. 206—233.)

Graber, V., Anatomisch-physiologische Studien über Phthirius inguinalis Leach. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1872. 22. Bd. S. 137 bis 167. Mit 1 Taf.)

Stroebelt, O., Anatomie und Physiologie von Haematopinus tenuirostris Burm. Mit 2 Taf. Düsseldorf, 1882.

Müller, F., Beiträge zur Kenntnis der Termiten. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1873. 7. Bd. S. 333—358, 451—463, mit 1 Taf.; — 1875. 9. Bd. S. 241—264. Mit 4 Taf.)

Leuckart, R., Die Anatomie der Biene. Cassel, 1885. 26 S., mit 4 Bl. in Farbendruck.

Miall, L. C., and A. Denny, The structure and lifehistory of the cockroach (*Periplaneta orientalis*). London, 1886. 224 S. u. 125 Fig.

Beauregard, H., Recherches sur les Insectes vésicants. I. Part. Anatomie. (Journ. Anat. Phys. Paris. 21. Année 1885. S. 483 bis 524. Mit 4 Taf.; — 22. Année 1886. S. 85—108, 242—284, 524—548. Mit 7 Taf.; — 23. Année. 1887. S. 124—163. Mit 6 Taf.)

—, —, Les Insectes vésicants. 544 S., 19 Taf., 44 Textfig. Paris, 1890.

Künckel d'Herculais, J., Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles, insectes Diptères de la famille des Syrphides. I. Part. Paris 1875. 208 S. u. 12 Taf.; — II. Part. 1882. Mit 15 Taf.

List, J. H., Orthezia cataphracta Shaw. Eine Monographie. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1886. 45. Bd. S. 1—85. Mit 6 Taf.)

Cheshire, F. R., Physiology and anatomy of the Honey Bee and its Relations to flowering Plants. London, 1881.

Riley, Ch., A. S. Packard and C. Thomas, Second Report of the United States Entomological Commission for the years 1878 and 1879, relating to the Rocky Mountain Locust and the Western Cricket. Washington, 1880.

Berlese, A., Osservazioni sulla anatomia del Gryllus campestris L. (Atti Soc. Veneto-Trent. Padova. 1882. Vol. 7. S. 200—299. Mit 4 Taf.)

Jordan, Karl, Anatomie und Biologie der Physapoden. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1888. 47. Bd. S. 541—620. Mit 3 Taf.)

Oudemans, J. T., Beiträge zur Kenntnis der Thysanura und Collembola. (Bijdr. Dierkunde Amsterdam. 1888. 16. Afl. S. 147 bis 226. Mit 3 Taf.)

Oudemans, J. T., Bijdrage tot de Kennis der Thysanura en Collembola. Academ. Proefschrift. Amsterdam 1887. 104 S. u. 3 Taf.

Raschke, E., Die Larve von Culex nemorosus. Ein Beitrag zur Kenntnis der Insekten-Anatomie und Histiologie. (Archiv f. Naturgesch. 1887. 53. Jahrg. S. 133—136. Mit 2 Taf.)

Amans, P., Recherches anatomiques et physiologiques sur la larve de l'Aeschna grandis. (Revue d. Sc. natur. Montpellier. 3. sér. 1881. 1. Bd. S. 63—74. Mit 1 Taf.)

Gissler, C. F., The anatomy of Amblychila cylindriformis. Mit 1 Taf. (Psyche. Vol. 2. 1879. S. 233—244.)

Locy, W. A., Anatomy and Physiology of the Family Nepidae. (Americ. Naturalist. 1884. Vol. 18. S. 250—255, 353—367. Mit 4 Taf.)

Burgess, E., Contributions to the anatomy of the Milk-Weed Butterfly Danais Archippus F. (Anniversary Memoirs Boston Soc. Nat. Hist. 1880. 16 S. Mit 2 Taf.)

Sommer, A., Ueber Macrotoma plumbea. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Dissert. Göttingen, 1884. 45 S. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1885. 41. Bd. S. 683—718. Mit 2 Taf.)

Grosse, F., Beiträge zur Kenntnis der Mallophagen. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1885. 42. Bd. S. 530—558. Mit 1 Taf.)

Schmidt, O., Metamorphose und Anatomie des männlichen Aspidiotus Nerii. (Archiv f. Naturgesch. 1885. 51. Jahrg. S. 169—200. Mit 4 Taf.)

Witlaczil, E., Die Anatomie der Psylliden. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1885. 42. Bd. S. 569—638. Mit 3 Taf.)

—, —, Zur Morphologie und Anatomie der Cocciden. (Ebenda. 1885. 43. Bd. S. 149—174. Mit 1 Taf.)

—, —, Zur Anatomie der Aphiden. (Arb. Zool. Inst. Wien. 1882. 4. Bd. S. 397—441. Mit 3 Taf.)

Grassi, B., Intorno all' anatomia dei Tisanuri. Nota prelim. (Naturalista Sicil. 1884. Anno 3., S. 203—208, 236—242; — Archiv. Ital. Biol. 1884. T. 5. S. 381—389.)

—, —, Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Mem. VII. Anatomia comparata dei Tisanuri e considerazioni generali sull' organizzazione degli Insetti. (Atti R. Accad. dei Lincei d. Roma. Cl. sc. fis. etc. Ser. 4, Vol. IV. Anno 284. Roma, 1887. 66 S., 5 Taf.)

—, —, I Progenitori degli Insetti e dei Miriapodi. L'Japyx e la Campodea. (Atti Accad. Gioenia. Sc. Nat. Catania. Ser. 3. Vol. XIX. 1885. 83 S., 5 Taf.)

—, —, I Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Mem. III. Contribuzione allo studio dell' Anatomia del genere Machilis. (Ebenda Vol. XIX. 1885. 28 S., 1 Taf.)

—, —, I Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Mem. IV. Cenni

anatomici sul genere Nicoletia. (Bull. Soc. Entom. Ital. Anno 18. 1886. S. 173—182. Mit 1 Taf.)

Grassi, B., Les ancêtres des Myriapodes et des Insectes. Anatomie comparée des Thysanoures et considérations générales sur l'organisation des Insectes. (Archiv. Italien. Biol., 11., Fasc. 1. S. 1—11; Fasc. 2. S. 291—337; Fasc. 3. S. 389—419.)

---

5. Das innere Skelett.

Von der äusseren Chitinhaut aus ragen Fortsätze in Gestalt von Stäben, Gräten, Balken und Platten in das Innere des Körpers hinein. Sie sind oft sehr kräftig ausgebildet und werden als „inneres Skelett" oder als „Endoskelett" bezeichnet. Der Zweck der inneren chitinösen Fortsätze ist hauptsächlich der, Ansatzstellen für die Muskeln und Stützen für die die Leibeshöhle von vorn nach hinten durchziehenden Organe, namentlich den Hauptnervenstrang und den Darmschlauch, zu bieten. Indes finden sich solche Chitinfortsätze nur im Kopfe und in den drei Brustringen. Ohne Zweifel ist die gerade in diesen Körperabschnitten sehr reich entwickelte Muskulatur die hauptsächliche Veranlassung für die Ausbildung jener Fortsätze, während daneben aus demselben Grunde eine Isolierung, Schutz und Stütze für den Nervenstrang benötigt wird.

Einzelne Teile der endoskelettalen Fortsätze (z. B. des Kopfes) sind hohl, also als Einstülpungen der Körperhaut zu betrachten (Tichomirow); andere Teile sind von Sehnen abzuleiten.

Der Kopf enthält einige Balken und Platten, welche oft ein kompliziertes Kopfskelett bilden. Sehr regelmässig ist ein Stück anzutreffen, welches bald als Balken das Hinterhauptsloch durchsetzt, bald als brückenförmiges Gebilde mehr oder weniger weit nach vorn auf der unteren Kopfplatte sich erhebt: das Tentorium. Ausserdem entspringen neben dem Halsloche zwei Balken, welche eine Strecke weit parallel nach vorn laufen, bis sie durch das brückenförmige Tentorium verbunden werden. In anderen Fällen erheben sich auf der unteren Kopfwand von hinten nach vorn verlaufende, niedrige, parallele Wände, welche eine vom Tentorium überbrückte Rinne bilden. Hinten neben dem Halsloche setzen sich diese Wände mit der Kopfkapsel in Verbindung und verlaufen vorn meist in zwei Balken nach oben an die Kopfdecke, wo sie sich neben der Fühlerwurzel festsetzen. Bei den Orthopteren vereinigen sich die von dem unteren Teile der Seitenränder des Halsloches ausgehenden und hier vom Tentorium überdachten Balken in der Mittellinie und bilden eine Platte, welche den Kopf nach vorn durchsetzt, schliesslich aber wieder sich teilt und an die obere Kopfdecke geht. Man vergl. ferner bei Kleuker.

Eine eigentümliche Bildung im Kopfe (beziehungsweise Kieferkapsel, vergl. S. 146) der Dipterenlarven ist das Schlundgerüst. Dieses besteht aus zwei chitinösen Fortsätzen, die von dem Gelenk-

grunde der Kiefer nach einwärts, neben, über oder unter dem Schlunde verlaufen, nach hinten sich etwas erweitern und verdünnen und beweglich sind. Dieses Gerüst ragt bei vielen Larven nach hinten zu in die Brustringe hinein. Manchmal ist es mit der Kieferkapsel verwachsen oder von ihr ganz eingeschlossen (Leptiden). Die grätenförmigen Fortsätze der Kiefergelenkstücke verwachsen in manchen Gattungen hinter der kurzen Kieferkapsel untereinander und mit dieser und stellen dann eine chitinöse Schlunddecke dar, z. B. bei *Laphria* und *Nemestrina*. (Brauer.)

Die Fortsätze, welche sich in dem Brustabschnitt zu den als „inneres Skelett" bezeichneten Gebilden vereinigen, gehen teils von der Rückenwandung (Pro-, Meso- und Metanotum), teils von den Seitenstücken (Pleuren), teils von der Brustwandung (Pro-, Meso- und Metasternum) aus. (Fig. 245.)

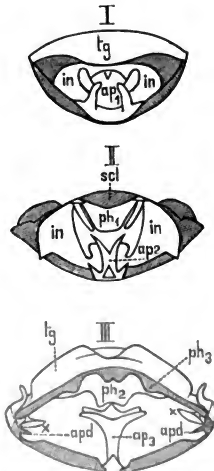


Fig. 245. Die drei Brustringe eines Riesenkäfers, *Goliathus druryi*, im Durchschnitt und von hinten gesehen, um das innere Skelett zu zeigen. Orig.
I. Prothorax. tg, Rückenseite; in, Innenseite; v, Vorderrand; ap_1, die beiden Proapophysen.
II. Mesothorax. scl, das Schildchen, Scutellum; in, Innenseite; ph_1, das Proterophragma mit je einem Nebenstück; ap_2, die verwachsenen Mesapophysen.
III. Metathorax. tg, Rückenseite; ph_2, das Deuterophragma; ph_3, das Tritophragma; apd, die Metapodemen; ap_3, die verwachsenen Metapophysen; x, mützenförmige Sehnen der direkten Flugmuskeln.

Es werden demnach unterschieden:

1. obere Fortsätze, Phragmen, welche von der Rückenseite entspringen;
2. seitliche Fortsätze, Apodemen, welche von den Seiten kommen;
3. untere Fortsätze, Apophysen, welche sich auf der Bauchseite erheben.

Der Prothorax enthält kein Phragma, dafür aber der Mesothorax zwei und der Metathorax eins, oder der Mesothorax eins und der Metathorax zwei. Das erste Phragma heisst Proterophragma (Mesothorax), das zweite Deuterophragma, das dritte Tritophragma. Die Phragmen haben die Form von Platten und nehmen ihren Ursprung von den Vorder- und Hinterrändern des Meso- und Metanotums. Das Deuterophragma geht entweder vom Vorderrande des Metanotums und das Tritophragma vom hinteren Rande desselben (Orthoptera, Coleoptera), oder das Deuterophragma vom hinteren Teile des Mesonotums, das Tritophragma vom Vorderrande des Metanotums, indem beide Phragmen eng aneinander liegen (Lepidoptera), oder das Deuterophragma gleichfalls vom hinteren

Teile des Mesonotums und das Tritophragma von der Hinterwand des Brustkastens aus (Diptera und höhere Hymenoptera).

Die Apodemen (Apodemata) befinden sich zwischen dem Sternum und den Seitenstücken. Es werden unterschieden:

1. Proapodemen, Seitenfortsätze der Vorderbrust;
2. Mesapodemen, Seitenfortsätze der Mittelbrust und
3. Metapodemen, Seitenfortsätze der Hinterbrust.

Die Apophysen, welche stets zwischen den Hüftgruben entspringen, werden gleichfalls nach dem Brustringe bezeichnet als

1. Proapophyse, unterer Fortsatz der Vorderbrust (vorderes Brustbein);
2. Mesapophyse, unterer Fortsatz der Mittelbrust (mittleres Brustbein) und
3. Metapophyse, unterer Fortsatz der Hinterbrust (hinteres Brustbein).

Die Phragmen sind grosse plattenförmige Vorsprünge, vorn meist konvex und in der Mitte oft mit einem Ausschnitt versehen. Bei manchen Insekten bildet das Tritophragma eine grosse, in den Brustraum hinabsteigende Wand, welche so gross werden kann, dass sie die Apophyse berührt. Die Phragmen dienen bei den Insekten mit indirekten Flugmuskeln (vergl. unten) zum Ansatz der grossen indirekten Längsmuskeln. Bei den Arbeiterinnen der Ameisen sind die Phragmen nicht entwickelt (Lubbock).

Die Apodemen sind einfache seitliche, zapfenförmige Fortsätze, welche im Protorax bei den meisten Insekten fehlen. Zuweilen sind sie sehnenförmig.

Die Apophysen erscheinen gewöhnlich gabelförmig oder als einfacher Stamm mit frei endenden Zinken. Bei manchen Insekten biegen sich die Zinken oben um und nähern sich, bei anderen sind sie geschlossen; oder sie sind durch einen Querbalken verbunden. Manchmal sind die Fortsätze plattenförmig, in anderen Fällen bilden sie ein geschlossenes Rohr.

Auf einer niedrigen Stufe körperlicher Ausbildung stehende Insekten, z. B. die Thysanuren, ferner die Pediculiden und Mallophagen (auch die Myriopoden), ermangeln des Endoskeletts. Bei *Forficula* ist es rudimentär, bei *Blatta* etwas weiter entwickelt, bei den meisten Orthopteren, sowie bei den Neuropteren, Coleopteren und Hemipteren ist es ziemlich entwickelt; eine komplizierte Ausbildung desselben finden wir aber bei den Hymenopteren, Lepidopteren und Dipteren. Den Larven der eine vollständige Verwandlung durchmachenden Insekten fehlt das innere Skelett; nur im Kopfe der Käfer-, Schmetterlings- und Blattwespenlarven findet sich eine die inneren Seitenränder des Halsloches verbindende dicke Chitinsehne, unter welcher nach vorn vorgezogen das Unterschlundganglion liegt. Diese Sehne ist als die vorbildliche Anlage des beim

entwickelten Insekt ausgebildeten Tentoriums aufzufassen (Kleuker). Die Jugendformen der unvollkommen sich verwandelnden Insekten haben dieselbe Anlage des inneren Skeletts, welches die ausgewachsenen Tiere besitzen.

Das innere Skelett der Insekten hat, wie schon erwähnt, für deren innere Organisation eine doppelte Bedeutung:

1. liefert es Ansatzstellen für einen Teil der Muskulatur;
2. dient es zur Stütze und zum Schutze der Ganglienknoten des zentralen Nervenstrangs.

Vornehmlich sind es zahlreiche Muskeln des Brustabschnitts, welchen die Apophysen, Apodemen und Phragmen als Ausgangsstellen dienen (Fig. 251). Durch die beträchtliche Ausbildung der Flugorgane bei den allermeisten Insekten ist die Brustmuskulatur derart entwickelt, dass die innere Fläche der äusseren Körperhaut zum Ansatz der Muskeln nicht mehr ausreichen würde. Auch die Ausbildung der Beine hat dieselben Folgen. Das Endresultat dieser Erfordernisse ist die komplizierte Ausbildung des Endoskeletts des Brustabschnitts. Von den Apophysen und Apodemen gehen Muskeln zum Flügelgrunde und zu den Beinen; von den Phragmen und Apophysen ausgehende Muskeln verbinden aufeinander folgende Segmente miteinander. Mit dem inneren Kopfskelett stehen nur wenige Muskeln in Verbindung.

Die Nervenknoten werden sowohl im Kopfe, wie im Brustabschnitt von den Vorsprüngen und Platten und von den zu Röhren umgebildeten Fortsätzen des inneren Skeletts gestützt und beschützt (Fig. 244 ap, 251). Dort, wo das Bauchmark gleich nach dem Eintritt in den Kopf sich zum Unterschlundganglion erweitert, sehen wir auch das Kopfskelett entwickelt in der Weise, dass bei vertikaler Stellung des Kopfes von den inneren Seitenrändern des Halsloches aus zwei Zapfen sich über dem Ganglion entgegen wachsen und so das Tentorium bilden, oder letzteres dicht vor dem Halsloche mit zwei Schenkeln und einem oberen Verbindungsbogen auf der unteren Kopffläche sich erhebt. Von dem Tentorium verlaufen dann die Balken nach der Kopfdecke in derselben Richtung, in welcher die Commissuren zum Gehirn ziehen. Bei horizontaler Stellung des Kopfes treffen wir meist eine mehr oder weniger lange Kopfrinne, in der das Ganglion selbst liegt und hier vom Tentorium überbrückt wird, oder die an ihrem vorderen Ende ein erweitertes Lager für das Unterschlundganglion bildet. In diesem Falle steht das Tentorium am vorderen Ende der Rinne, nach dem Lager zu etwas geneigt, so dass es nach oben und hinten ein schützendes Dach für das Ganglion abgiebt. Die von den Seitenwänden der Kopfrinne nach oben zur Kopfdecke verlaufenden Balken haben den Schlund und darüber das Gehirn zwischen sich. Dadurch nun, dass der Darm vorn auf dem erhöhten Vorderrande des Lagers, weiter hinten auf dem Tentorium liegt, kann er keinen Druck auf das Unterschlundganglion ausüben. Die nach oben gehenden Balken halten den Darm auch seitlich in

Lage und schützen hierdurch die Commissuren zwischen dem Gehirn und dem Unterschlundganglion (Kleuker).

Die Apophysen sind nicht nur als Apparate für den Ansatz der Muskeln ausgebildet, sondern auch so gestaltet, dass sie dem zwischen oder vor seinen Zinken liegenden Ganglion möglichst viel Schutz gewähren. In dem geräumigen Prothorax der Orthopteren, Coleopteren und Hemipteren liegt das erste Brustganglion zwischen den beiden Zinken der Apophyse oder, wo diese nahe aneinander stehen, dicht vor ihnen. In dem kurzen Prothorax der Lepidopteren und Hymenopteren, in dem die zwei Fortsätze des Sternums hinten eine Art Rohr bilden, finden wir das erste Brustganglion als länglichen Knoten in dem Rohr. Sind die drei Brustringe zu einem Ganzen verwachsen, wie bei den Brachyceren (einer Abteilung der Diptera), so ist nur ein Brustganglion entwickelt. Dasselbe liegt im vorderen Teile der Brusthöhle in einem dreieckigen Lager auf dem Sternum. Von dem Vorderrande des Lagers gehen die beiden Balken der vorderen Mesapophyse aus, von hinten tritt die zweite Mesapophyse an das Lager heran, ihre beiden Flügel zu beiden Seiten des Lagers etwas vorstreckend. Von dem Ganglion tritt der Bauchstrang noch etwas verdickt zwischen die Flügel der hinteren Mesapophyse und geht dann auf der langen plattenförmigen Metapophyse hinablaufend in das Abdomen. Wo für den Meso- und Metathorax nur ein Ganglienknoten auftritt, liegt derselbe in oder vor der Metapophyse, wie bei Lepidopteren und Tenthrediniden. Bei den höheren Hymenopteren treten als ganz besonderer Schutzapparat noch die die Zinken der Apophysen verbindenden Querbalken auf. Das Ganglion liegt in der grösseren Gabel der Mesapophyse, nach hinten sich an die Metapophyse lehnend, durch deren kleine Gabel der Bauchstrang nach hinten verläuft. Die Oeffnung in den Apophysen, welche durch die Zinken und den Querbalken rings geschlossen ist, dient zum Durchtritt des Bauchmarks (Fig. 251). Ein auffallendes Verhältnis zwischen Apophysen und Ganglien zeigen die Käfer im Meso- und Metathorax. Wir finden nämlich, dass bei einer zweizinkigen Metapophyse zwei Knoten für Meso- und Metathorax vorhanden sind, dass aber bei einer dreizinkigen Metapophyse nur ein Ganglion für beide Brustabschnitte existiert. Im ersten Falle liegen die Knoten vor den zugehörigen Apophysen (Carabiden, Elateriden, Staphylinen, Longicornen, Curculioniden); im letzten liegt das Ganglion dicht hinter der Metapophyse, von hinten und oben geschützt durch die vorderen Zinken der Metapophyse (Dytisciden, Hydrophiliden, Lamellicornen). Bei gleicher Entwicklung von Meso- und Metathorax hat jeder Abschnitt sein Ganglion. Dasselbe liegt vor der zugehörigen Apophyse. Die Libelluliden machen hiervon eine Ausnahme, indem bei ihnen die Brustknoten, welche dicht hintereinander liegen, von den Flügeln der Apophysen seitlich und oben bedeckt werden, eine Schutzvorrichtung, die bei *Aeschna* durch die Entwicklung

eines vollständig geschlossenen Kanals die höchste Ausbildung erreicht. (Kleuker.)

Im Speziellen ist die Kenntnis von den inneren Skelettbildungen noch sehr gering. Der mehrfach genannte Verfasser der unten bezeichneten Abhandlung hat dieselben indes in allen Insektenordnungen untersucht und von einigen Gattungen beschrieben.

Litteratur.

Audouin, J. V., Recherches anatomiques sur le thorax des animaux articulés et celui des insectes hexapodes en particulier. (Annal. d. Scienc. Natur. I. 1824. S. 97—135, 416—432.)

Brauer, F., Ueber das Segment médiaire Latreille's. (Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien. 85. Bd. 1. Abt. 1882. S. 218—244.)

Lubbock, John, On the Anatomy of Ants. (Trans. Linn. Soc. Ser. 2. Zool. Vol. II. S. 141—154. Mit 2 Taf.)

—, —, On some Points in the Anatomy of Ants. (Monthl. Microscop. Journ. London. 1879. S. 121—142. Mit 4 Taf.)

Kleuker, F., Ueber endoskelettale Bildungen bei Insekten. Dissert. Göttingen, 1883. 53. S.

Straus-Dürkheim, H. E., Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés. Paris, 1828.

Chabrier, J., Essai sur le vol des Insectes (vergl. S. 269).

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. S. 94, 251—252.

Tichomirow, A., Ueber das Köpfchen von Bombyx mori. (Nachricht. d. Gesellsch. Naturwiss. Moskau. 37. Bd. 1880. 4 S. Mit Holzschn.)

Gerstaecker, A., Die Klassen und Ordnungen der Arthropoden. 1866. S. 40—41, 57.

Brauer, F., Systematisch-zoologische Studien. (Sitzb. k. Akad. d. Wiss. Wien. 91. Bd. 1885. S. 72—73.)

Eschscholtz, J. F., Beschreibung des inneren Skeletts einiger Insekten aus verschiedenen Ordnungen. (Beiträge zur Naturkunde aus den Ostseeprovinzen Russlands. Dorpat, 1820. S. 24—49. Mit 2 Taf.)

Baer, K. E. von, Ueber das äussere und innere Skelett, ein Sendschreiben an Prof. Heusinger. (Meckels Archiv f. Anat. u. Physiol. 1826. S. 327—374.)

---

6. Die Muskulatur.

Die Ausführung aller Bewegungen des Körpers und der Körperteile wird durch die Muskeln vermittelt. Diese gehören ohne Ausnahme dem Innern des Körpers an und machen sich nicht an den äusseren Begrenzungsflächen desselben bemerkbar.

Muskeln finden sich stets in denjenigen Körperteilen, in denen eine Gliederung an der äusseren Körperhaut vorhanden ist, also in der Verbindung des Kopfes mit dem ersten Brustringe, der Brustringe unter sich, der Hinterleibsringe unter sich und des ersten Hinterleibsringes mit dem dritten Brustringe, der zur Copulation, Eiablage, Verteidigung usw. dienenden Anhänge der letzten Hinterleibsringe in der Verbindung mit den letzteren, der Beine mit den Brustringen, der Beinteile unter sich, der Flügel mit den Brustringen, der Taster, Kiefer, Lippen und Fühler in Verbindung mit dem Kopfe. Ausserdem sind die innereren Organe, z. B. der Darmschlauch und das Rückengefäss, mit Muskeln versehen.

Ein Muskel verbindet zwei zueinander bewegliche Teile; denn nur dadurch wird er funktionsfähig. Der z. B. das zweite Hinterleibssegment bewegende Muskel hat die eine Ansatzstelle im ersten Segment, die andere im zweiten. Die basale Ansatzstelle eines für die Bewegung eines Beines dienenden Muskels befindet sich in demjenigen Brustringe, zu welchem das Bein gehört. (Fig. 252 f_1, S. 365.)

Die Innenfläche des Hautskeletts bietet Ansatzstellen für die Muskeln in weitem Umfange; bei den entwickelten Insekten in den wichtigsten Körperabschnitten jedoch nicht zur Genüge. Namentlich in dem Brustabschnitt auftretende innere Chitinvorsprünge, welche als „inneres Skelett" in dem vorigen Abschnitt beschrieben sind, dienen den Muskeln als Anheftungspunkte und Anheftungsflächen (Fig. 251, S. 364). Ausserdem giebt es sehnenartige Stränge, welche mit dem Hautskelett oder mit den inneren Vorsprüngen der Gliedmassen verbunden sind und an ihrem freien Ende, welches becher-, teller- oder plattenförmig erweitert ist, dem Muskel als Ansatzstelle dienen (Fig. 245 III x, S. 350; Fig. 254 x, S. 367).

Es giebt Muskeln mit und ohne Sehne. Diese verbinden sich an beiden Enden direkt mit der Körperwand, z. B. die kräftigen Thoraxmuskeln (Fig. 253). Jene sind der Körperwand nur mit einem Ende angefügt, an dem anderen mit einer von der anderen Körperwand ausgehenden Sehne vereinigt. Muskeln letzterer Art sind verschieden gestaltet. Straus-Dürkheim teilt sie ein in:

1. kegelförmige Muskeln (Sehne dünn, Muskelfasern nach allen Seiten abgehend);
2. pyramidale Muskeln (blattartig erweiterte Muskeln, welche eine Sehne umhüllen);
3. gefiederte Muskeln (auf einer und derselben Linie entspringende und an einer dünnen Sehne verlaufende Muskeln);
4. zusammengesetzte Muskeln (aus einer Anzahl einzelner Muskeln mit besonderen Sehnen bestehend).

Das Muskelsystem als Ganzes entspricht in seinem äusseren Umriss der Körperform und wird als Muskelschlauch bezeichnet. Denn es hängt mit dem Hautskelett und also auch mit dessen Form innig zusammen. Es ist indes dort am einfachsten, wo die einfache

Bildung der Segmente dies erwarten lässt, hingegen sehr kompliziert und kräftig entwickelt, wo auch die betreffenden Segmente eine hohe Entwickelung in der Form, Grösse und Ausbildung zeigen.

Die Thätigkeit der Muskeln besteht in der eigenen Zusammenziehung (Kontraktion), wodurch z. B. das dem Rumpfe anhängende Glied, zu welchem der Muskel gehört, zu dem Rumpfe hin- oder von diesem fortbewegt wird. Diese wichtige Eigenschaft des Muskels wird Zusammenziehbarkeit oder Kontraktilität genannt. Durch Zusammenziehung kann sich ein Muskel um einen beträchtlichen Teil seiner Länge verkürzen.

Ein Muskel besteht aus bündelförmig aneinander gelagerten Muskelfasern (Fig. 246 I). Eine Muskelfaser (Fig. 246 II), welche auch Primitivbündel (Primitivfibrillenbündel) genannt wird, ist aus feinen Fäserchen zusammengesetzt (Fig. 246 III), den sogenannten Fibrillen (auch als Primitivfibrillen oder Muskelfibrillen bezeichnet). Die Muskelfasern sind von einer zarten Haut, dem Sarkolemma (sk), umhüllt. Die Fibrillen der Muskelfaser sind durch eine klebrig-flüssige Substanz (= Zwischensubstanz, Sarkoplasma, Sarkoglia) verbunden.

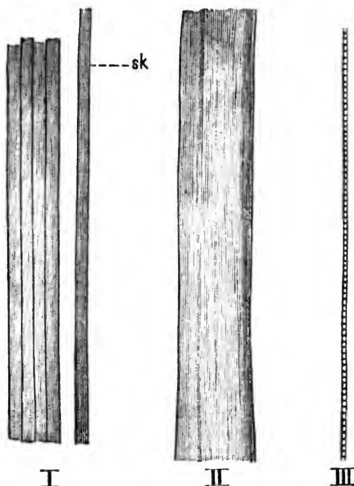


Fig. 246. Teile der Flugmuskeln des Walkers, Polyphylla fullo. Orig.
I. Fünf aneinander gelagerte Muskelfasern (Primitivbündel), eine liegt etwas abgesondert; sk, die Umhüllungshaut einer Faser (Sarkolemma).
II. Eine Muskelfaser, mehr vergrössert.
III. Eine der zahlreichen Fibrillen derselben. Im Verhältnis zu Fig. II noch stärker vergrössert.

Andere Muskeln bestehen direkt aus eng verbundenen Fibrillen.

Es sind bei den Insekten zwei verschiedene Arten von Muskelfasern zu unterscheiden:

1. Typische Muskelfasern, welche denjenigen der Wirbeltiere gleichen, aus deutlich quergestreiften Fibrillen bestehen und weiss oder blass gefärbt sind. Von den sie versorgenden Tracheen werden sie nur oberflächlich umsponnen. Ihre Fibrillen hängen fest zusammen. (Fig. 247, 248.)
2. Atypische oder fibrilläre Muskelfasern, welche sich

nur im Thorax der meisten fliegenden Insekten (Dipteren, Hymenopteren, Lepidopteren, Neuropteren, Ephemeriden, Hemipteren, vieler Orthopteren und Coleopteren) vorfinden. Sie sind der Länge nach fein gestreift, gelblich bis bräunlich gefärbt und zerfallen leicht in die elementaren Fibrillen. Diese erscheinen bald fast ohne Querstreifen, bald sind sie mehr oder weniger deutlich quergestreift. In anderen Fällen sind selbst bei den stärksten Vergrösserungen gar keine Querstreifen zu sehen (Kölliker, 1888). Fein verzweigte Tracheenzweige dringen tief in die Fasern ein. In der die Fibrillen umgebenden Zwischensubstanz liegen die interstitiellen Körner und Kerne eingebettet. Die Fibrillen sind an der Anheftungsstelle am Chitinskelett nicht verbreitert. (Fig. 246 I, II, III.)

Fibrilläre Muskelfasern fehlen im Körper der Libelluliden, Forficuliden, mancher Orthopteren und mancher Coleopteren (*Carabus, Staphylinus*). (v. Siebold.)

Die Fibrillen sind der Kontraktion (Verkürzung) unterworfen und als die kontraktilen Elemente der Muskeln zu bezeichnen. Die gewöhnliche Muskelfibrille entspricht einer einfachen, verlängerten, vielkernigen Zelle (Kölliker); eine Fibrille der fibrillären Muskelfasern ist hinsichtlich ihrer Herkunft entweder gleichfalls von einer einzigen Zelle abzuleiten (v. Rees) oder einem Zellenaggregat gleichwertig.

Jede Fibrille besteht aus einer zarthäutigen durchsichtigen Scheide (pellicula, Fig. 247 pl) und der darin enthaltenen, der Zusammenziehung fähigen (kontraktilen) Substanz, der Fibrillensubstanz.

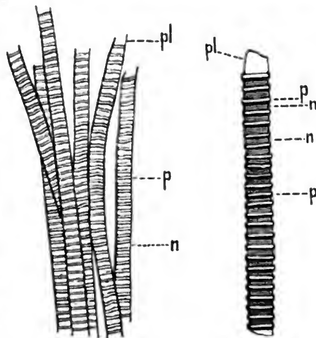


Fig. 247. Fig. 248.

Fig. 247. Fibrillen aus einem Muskel der Hinterhüften des Walkers, Polyphylla fullo. Orig. pl, die zarthäutige Scheide (pellicula); p, die Muskelprismen; n, die hellen Zwischenräume.

Fig. 248. Eine Fibrille aus einem Längsmuskel der Bauchseite einer Larve von *Cerambyx cerdo* L. (Vergl. Fig. 257.) Orig. pl, die zarthäutige Scheide (pellicula); p, die Muskelprismen; n, die Zwischenräume zwischen denselben.

Die Querstreifung der Fibrille (Fig. 247, 248) tritt stets so auf, dass in dieser dunkle (p) und helle Abschnitte (n) miteinander wechseln. Die Fibrillensubstanz ist also in eine Kette gesonderter Teilchen zerfallen, welche „Muskelprismen" (Fig. 248 p) genannt werden. Bei der Kontraktion wird die Muskelfibrille kürzer und dicker, die Muskelprismen rücken näher zusammen, so dass die hellen Zwischenräume

immer kürzer werden, um schliesslich ganz zu verschwinden. Fredericq berechnete die Längenverhältnisse der Muskelprismen in den verschiedenen Stadien der Zusammenziehung.

Bei Embryonen erscheint die kontraktile Substanz der Fibrille als ein ununterbrochener Zylinder; aber noch vor dem Ausschlüpfen des jungen Insekts tritt die Differenzierung in Prismen, also die Querstreifung, ein.

Glatte Muskelfasern, die sonst nirgends bei den Insekten angetroffen wurden, finden sich vereinzelt bei den Larven der Libelluliden *(Euphaea)*, und zwar in den Schwanzkiemen (Hagen).

Die Kenntnis der Muskelfaser ist in der neuesten Zeit hauptsächlich von Retzius, Rollett, Kölliker und van Gehuchten gefördert worden.

Die Arbeit der verschiedenen Muskeln.

Hinsichtlich der von den einzelnen Muskeln zu leistenden Arbeit unterscheiden wir vornehmlich 1. diejenigen Muskeln, welche das dem Körper anhängende Organ oder ein Glied desselben heben oder strecken und 2. diejenigen, welche dasselbe senken oder beugen. Jene Muskeln werden ihrer Funktion entsprechend Hebe- oder Streckmuskeln (Heber, musculi elevatores, Elevatoren; Strecker, musculi extensores oder Extensoren), letztere Senk- oder Beugemuskel (Senker, musculi depressores, Depressoren; Beuger, musculi flexores oder Flexoren) genannt. Die Aufgabe der Muskeln, Bewegungen der Gliedmassen zu vermitteln, hängt nun wesentlich von der Gelenkverbindung der Glieder ab (vergl. S. 287). Ist ein Glied zu dem benachbarten Gliede oder zum Rumpfe oder ein Teil des Rumpfes zu diesem allseitig frei beweglich, indem die Gelenkhäute völlig nachgiebig sind und beschränkende Hindernisse fehlen, so wird die Drehung des Gliedes durch Muskeln bewirkt, welche wir wegen dieser Thätigkeit Drehmuskeln (Dreher, musculi rotatores oder Rotatoren) nennen. Ausserdem giebt es noch Vorziehmuskeln (Vorzieher, Abductoren), Beiziehmuskeln (Beizieher, Adductoren), Zurückzieher (Supinatoren).

Die Muskeln eines Organs gleichen einander, sind aber physiologisch, d. h. von dem Gesichtspunkte der ihnen von der Natur vorgeschriebenen Arbeitsleistung aus betrachtet, voneinander verschieden. Die Muskeln eines und desselben Gliedes sind einander in ihren Wirkungen entgegengesetzt; der eine Muskel vermag das Glied nur zu heben, der andere es zu senken, der dritte es seitwärts zu setzen, der vierte es zu drehen.

Die Muskeln des Kopfes.

Von den zahlreichen, im Kopfe gelegenen, zu den einzelnen Anhängen (Mundteilen und Fühlern) gehörigen Muskeln sind diejenigen

der Mandibeln (Oberkiefer) die stärksten (Fig. 249). Der Senker (Flexor) ist innen am Grunde jeder Mandibel befestigt, nimmt einen grossen Teil jeder Hälfte der Kopfkapsel ein und sitzt mit dem Grundteile an der hinteren und oberen Seite der Kopfwandung. Die breite Sehne dieses Muskels ist blattartig. Der Heber (Extensor) der Mandibel ist viel kleiner und schwächer und sitzt am Aussenwinkel des Grundteiles zwischen den beiden Gelenkköpfen (S. 204). Er entspringt seitlich von dem unteren Teile jeder Hälfte der Kopfkapsel. Die zugehörige Sehne ist schmal.

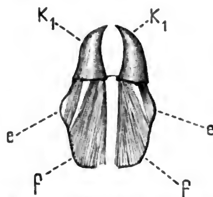


Fig. 249. Horizontaler Längsdurchschnitt des Kopfes eines Bockkäfers (*Cerambyx*) mit den Oberkiefern und den zugehörigen Muskeln. Orig.
k, Oberkiefer; e, Streckmuskel (Extensor) desselben; f, Beugemuskel (Flexor) desselben.

Zu den Maxillen (Unterkiefer) gehören, entsprechend ihrem gegliederten Baue, mehrere Muskeln. Zu der Angel (cardo) gehören drei Muskeln, nämlich ein Senker, ein Heber und ein Vorzieher; zum Stamme (stipes) zwei Muskeln, nämlich ein Senker und ein Vorzieher. Die äussere Lade (mala exterior) wird durch zwei im Stamme liegende Muskeln (einen Heber und einen Senker) bewegt. Der Kiefertaster wird durch zwei Muskeln bewegt, von denen der eine (Heber) im Stamme, der andere (Senker) im Innern des Tasterträgers entspringt. Auch die einzelnen Glieder des Tasters haben je zwei Muskeln, einen Senker und einen Heber; die Muskeln des letzten Gliedes liegen im vorletzten, diejenigen des vorletzten im drittletzten Gliede.

An der Unterlippe (Labium) haben sowohl die Ligula wie das Kinn ihre eigenen Muskeln.

Die Muskeln (Heber und Senker) der Oberlippe (Labrum) entspringen von der inneren Stirnwand.

Die verschiedenartige Bewegung der Fühler (Antennen) wird durch drei voneinander getrennte und an das kräftige Grundglied herantretende Muskeln bewirkt, welche vorn und seitlich von der inneren Stirnwand und innen von dem Augenrande ausgehen. Ferner haben alle Glieder der Fühler je zwei Muskeln von entgegengesetzter Wirkung. Die Muskeln jedes Gliedes haben natürlich ihren Sitz in dem vorhergehenden Gliede und greifen das erstere Glied am Grunde an.

Ausserdem befinden sich im Kopfe noch Muskeln, welche die Bewegungen des Gaumens und des Schlundes ausführen (Fig. 250). Die Muskeln des Gaumens (Epipharynx) entspringen von der unteren Stirnwand, diejenigen der unteren Wand der Mundhöhle und des Schlundeinganges von der Unterlippe und der Kopfunterseite oder von den unteren Chitinfortsätzen des inneren Kopfskeletts.

Die Muskulatur des Saugapparates der mit einem Rüssel versehenen Insekten. (Saugen, Stechen.)

Bei denjenigen Insekten, deren Mundteile teils verkümmert, teils zu einem Saugapparat umgebildet sind, finden wir die Muskulatur ganz verändert. Die Muskeln der verkümmerten Mandibeln sind sehr klein oder nicht mehr vorhanden, ausser bei den Hymenopteren, welche kräftige Mandibeln besitzen. Dagegen gehören zu den für die Saugfunktion ausgebildeten Mundteilen und zu den für die Aufnahme der Flüssigkeit in den Schlund dienenden Wandungen des Schlundeinganges Muskeln, welche bei den saugenden Insekten eine spezielle Ausbildung erlangt haben.

Wie kräftig die Dipteren zu saugen verstehen, sehen wir am besten, wenn wir von Fliegen oder Mücken gestochen werden. Früher war die Ansicht verbreitet, dass das Saugen vermittelst des Saugmagens geschehe. Das war eine irrtümliche Annahme. Bei der Aufnahme der Flüssigkeit erweitert sich vielmehr die Mundhöhle vermöge der Zusammenziehung der Muskeln, welche die Decke der Mundhöhle mit der Stirn verbinden. Infolgedessen steigt die im Rüsselkanal befindliche Flüssigkeit aufwärts in den erweiterten Raum der Mundhöhle, welche darnach bei Erschlaffung jener Muskeln durch die Klappen am Eingange wieder geschlossen wird. „Macht man durch den Kopf eines *Asilus* dünne Längs-Mittelschnitte, so bieten diese, schon bei schwacher Vergrösserung, einen überraschenden Anblick. Der ganze Kopf, mit Ausnahme des vom Gehirn und seinen Luftpolstern occupierten Hinterteiles, ist gleichsam nur ein einziger, grosser Saugkasten. Verfolgt man die tracheenartige Speiseröhre von der Brust herrauf, so geht sie, am Hinterhauptsloche angelangt, plötzlich in ein engeres, starrwandiges Rohr über, das gerade durch den Schlundring aufsteigend, inmitten des Schädels in einen weiten Behälter einmündet, von dem dann ein ähnliches Rohr zum Rüsselkanal abbiegt. Dies Behältnis ist von sehr bemerkenswertem Bau. Es besteht aus drei dicken, starren Wänden, die an den zwei Hinterkanten dieses dreiseitigen Kastens durch einen dünnen, sehr elastischen Hautstreifen verbunden sind. Die beiden vorderen Schlundplatten (so nennen wir diese Wände) bilden dagegen, allmählich einander sich nähernd, das vorerwähnte Ansatzrohr, das zum Rüssel hintritt. Der ganze Raum zwischen diesen drei Platten und dem Schädelgehäuse wird nun von Muskeln eingenommen, welche sich von diesem zu jenem hinüberspannen. Das Uebrige kann man sich denken. Will die Fliege saugen, so kontrahiert sie diese Muskeln, und die drei Platten des Saugkastens werden vermöge der eingeschalteten Zwischenbänder weit auseinander gezogen, so dass also schon bei einem einzigen Zug ein beträchtliches Blutquantum aufgenommen wird.“ (Graber, Die Insekten. S. 149.)

Ganz ähnlich verhält es sich nach den Untersuchungen desselben Naturforschers bei den Wanzen (Hemiptera) und Immen (Hymeno-

ptera). Ziehen sich die Muskeln, welche die obere Schlundwand mit der Schädeldecke verbinden, zusammen, so erweitert sich die Mundhöhle; die im Rüsselkanal befindliche Flüssigkeit wird infolge dieser Erweiterung von der Mundhöhle aufgesogen. Sobald die erwähnten Schlundmuskeln erschlaffen und in ihre Ruhelage zurückkehren, wird die Flüssigkeit tiefer in den Schlund hineingetrieben und, während sich die Mundhöhle mehr und mehr zusammenzieht, in den Darm gedrängt.

Auch die Erklärungen Meinerts und Dimmocks lassen das Saugen infolge Erweiterung des Pharynx geschehen. Diese Erweiterung wird mit Hilfe von Muskeln, die einerseits am Pharynx, anderseits an der Innenseite des Kopfes inserieren, bewerkstelligt, wobei das Fulcrum (das Schlundgerüst) eine hervorragende Rolle spielt.

Beistehende Figur stellt einen Längsdurchschnitt durch den Kopf einer Bremse, *Tabanus apricans* Mg. ♀ dar.

Nach den Untersuchungen Becher's kann der Pharynx t durch die das Schlundgerüst bei g umgebenden Muskeln m_1 und m_4 und durch einen Muskel m_2, welcher von der Stirn zur Umbiegungsstelle der Speiseröhre geht und die Oberwand derselben nach aufwärts zieht, erweitert werden. Diesen Muskeln wirkt bei der Zusammenziehung ein Ringmuskel m_3 entgegen, der die Speiseröhre hinter dem Schlundgerüst umgiebt. Erweiterung des Pharynx und Herstellung eines luftleeren Raumes hierdurch also ist es, was das Aufsteigen der Flüssigkeit im Rüssel der Fliege bewirkt.

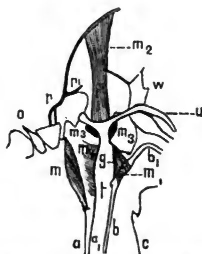


Fig. 250. *Tabanus apricus* Mg. Längsdurchschnitt durch den Kopf. Nach Becher.
a, die Oberlippe (labrum); a_1, die untere Platte derselben; b, Stechborste (hypopharynx); b_1, der Ausführungsgang der Speicheldrüse, in die Stechborste mündend; c, das Kinn (mentum); t, der Pharynx; g, die untere Platte des Schlundgerüstes; m, das Untergesicht; o, eine der Antennen; r, die Stirn; r_1, eine Chitinleiste im Innern des Kopfes; u, die Speiseröhre; w, der Schlundring; m_1 und m_4, Muskeln, welche den Pharynx durch Auseinanderziehen der Seitenwände erweitern; m_2 zieht die Vorderwand des Pharynx aufwärts; m_3, Ringmuskel, wirkt den anderen Muskeln entgegen.

Wie Kräpelin versichert, wird die Flüssigkeit in den Magen in zwei Tempos befördert. Das geschieht dadurch, dass zunächst der Schlundeingang (Pharynx), sodann erst die meist rechtwinklig zu ihm gestellte Speiseröhre erweitert wird. (Zool. Anz. 1882. S. 579.)

Weiteres über die bei *Musca* das Einziehen und Strecken des Rüssels und das Aufsaugen der flüssigen Nahrung vermittelnde Muskulatur mag in Kräpelin's grösserer Abhandlung (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1884. S. 684 ff.) nachgesehen werden.

In seinen Beiträgen zur Anatomie des Schmetterlings *Danais archippus* teilt Burgess über die Aufnahme von Flüssigkeiten folgendes mit. Die mit der Wandung der Mundhöhle verbundenen Muskeln kontrahieren sich, wenn die Mundhöhle mit dem aus dem Rüsselkanal in dieselbe beförderten Nektar erfüllt ist. Jene Muskeln

(die Dilatatoren der Mundhöhle) verbinden die obere Wandung mit der Kopfwand. Am Eingang zu der Mundhöhle befindet sich eine Klappe, welche sich bei der durch die Thätigkeit der Muskeln bewirkten Erweiterung öffnet und den Nektar in die Mundhöhle einlässt, worauf sie sich mit der Erschlaffung der Muskeln wieder schliesst. Der flüssige Inhalt der Mundhöhle wird dann durch den Druck der Mundwandung in den Schlund (Oesophagus) und weiter in den Saugmagen befördert.

Wie eine Fliege sticht, darüber hat wiederum Becher in seiner unten zitierten Abhandlung seine Beobachtungen mitgeteilt. Die als Stechapparate wirkenden lanzettförmigen Mundteile können in der Rüsselscheide vor- und rückwärts bewegt werden. Dies ist dem Insekt aber nur in dem Falle möglich, wenn es die scheidenförmige Unterlippe an einen Gegenstand gestützt hat. Wenn das *Tabanus*-Weibchen stechen will, so legt es die Endlippen (Labellen) der Unterlippe möglichst fest an die anzustechende Stelle, die es durch Abtasten mit diesen Lippen zuerst sucht. Dann sticht es, vermutlich zuerst mit der Oberlippe, ein und führt hierauf, langsam den Kopf senkend, sämtliche Borsten, die stets von der Unterlippe umschlossen bleiben, in die Wunde ein. Hat es sich vollgesogen, so zieht es die Stechorgane heraus und hebt erst zuletzt die Unterlippe ab. In ähnlicher Weise geht das Saugen beim *Culex*-Weibchen vor sich, nur dass sich hier die Unterlippe, während die anderen Teile in die Wunde eindringen, infolge ihrer Länge einknickt, also ein Knie bildet; jedoch auch hier umfassen stets die Endlippen die Borsten. Die Asiliden und Empiden bringen ihre Stechborsten dadurch in Wirkung, dass sie die Unterlippe zurückziehen, wodurch zuerst die Spitze der Stechborste und dann auch die Unterkiefer aus den Endlippen vortreten.

Die zu dem Grundteile des Rüssels der Lepidopteren gehörigen Muskeln verlaufen von der hinteren, dem Kopfe ansitzenden Wand schräg aufwärts nach der Oberseite. Durch ihre Zusammenziehung wird der Rüssel nach unten gezogen, damit sich derselbe, eingerollt, zwischen die beiten Unterlippentaster und an die Unterseite des Kopfes fest anlege.

Gerade ausgestreckt wird der Rüssel durch Muskeln, welche sich im Innern der beiden Rüsselhälften oder Maxillarladen befinden. Die Muskeln gehen von der Oberseite der letzteren schräg nach vorn zur Unterseite, den Innenraum diagonal durchsetzend. Je nach der Stärke und Ausbildung des Rüssels stehen sie mehr oder weniger dicht und verlaufen mehr oder minder schräg, so dass z. B. der unvollkommene *Smerinthus*-Rüssel nur wenige solcher Muskeln enthält, die ausserdem fast vollständig längs verlaufen, indem sie den Rüssel fast in seiner ganzen Länge durchsetzen. Wie die Anordnung dieser Ladenmuskeln eine entgegengesetzte wie die der Basismuskeln ist, so muss natürlich auch der Effekt ihrer Kontraktion ein entgegengesetzter sein, sie strecken den spiralig gerollten Rüssel gerade, indem sie

von der Basis nach der Spitze zu fortschreitend einen Teil nach dem andern heben. (Kirbach, Zool. Anzeiger, 1883. S. 555.)

Das spiralige Einrollen des Rüssels wird durch die Elastizität desselben bewirkt. Dass es keine willkürliche Bewegung und keine Muskelthätigkeit sein kann, geht schon daraus hervor, dass er auch bei einem toten Tiere nach vorherigem Ausstrecken sich wieder einrollt, und dass dies auch geschieht, wenn ein abgeschnittener Rüssel ausgestreckt wird.

Die Muskulatur des Brustabschnitts.

Oeffnen wir mit einem Messer den Brustkasten eines Insekts etwa eines Käfers, so sehen wir in der Mittel- und Hinterbrust hauptsächlich die kräftigen Muskelstränge, welche die oberen und unteren, sowie die hinteren und vorderen Wandungen miteinander verbinden. Ausserdem finden sich in jedem Brustteil die Beinmuskeln und in der Mittel- und Hinterbrust die Flugmuskeln, ferner in der Vorderbrust die den Kopf bewegenden Muskeln, in der Mittelbrust diejenigen Muskeln, welche zur Bewegung der Vorderbrust dienen, und in der Hinterbrust die den Hinterleib bewegenden Muskeln. Je nach der Ausbildung der Brustringe ist deren Muskulatur verschieden entwickelt.

Die Muskeln, welche den Kopf mit der Vorderbrust verbinden, werden als kräftige Bündelpaare sichtbar, wenn jener von dem Rumpfe getrennt wird.

Das zum Heben des Kopfes dienende erste Muskelpaar (Fig. 251 a_1) entspringt von dem oberen Teile der Proapophyse an der Grenze der Vorder- und Mittelbrust und verbindet sich mit dem oberen Rande des Hinterhauptloches (foramen occipitale). Das schwächere zweite Muskelpaar (a) kommt von der Rückenseite, wo der Pro- und Mesothorax aneinandergrenzen, und ist am Hinterhauptsloch neben dem Hauptmuskel eingefügt.

Das das Senken des Kopfes bewirkende erste Muskelpaar (b) entspringt von der Vorderseite der Proapophyse unterhalb des Hebers und schliesst sich an den unteren Rand des Hinterhauptloches. Das zweite Paar Senker geht vom hinteren Teile des Prosternums aus und inseriert gleichfalls am unteren Rande des Hinterhauptloches.

Die vielen Drehmuskeln des Kopfes entspringen von den Wandungen des Prothorax und von der Proapophyse (Fig. 251 c, d, d_1).

Die Vorderbrust (Prothorax), deren zugehörige Muskeln in der Mittelbrust liegen, wird niedergebogen vermittelst eines Muskelpaares (Senker), welches die Vorderseite des oberen Teiles der Mesapophyse (Fig. 251, m) an der Grenze des Meso- und Metathorax (B_2 und B_3) mit dem unteren Abschnitte des Hinterrandes des Prothorax verbindet. Der Hebemuskel (n) des letzteren verbindet den oberen Teil der Proapophyse mit der Mesapophyse. Ein grosser

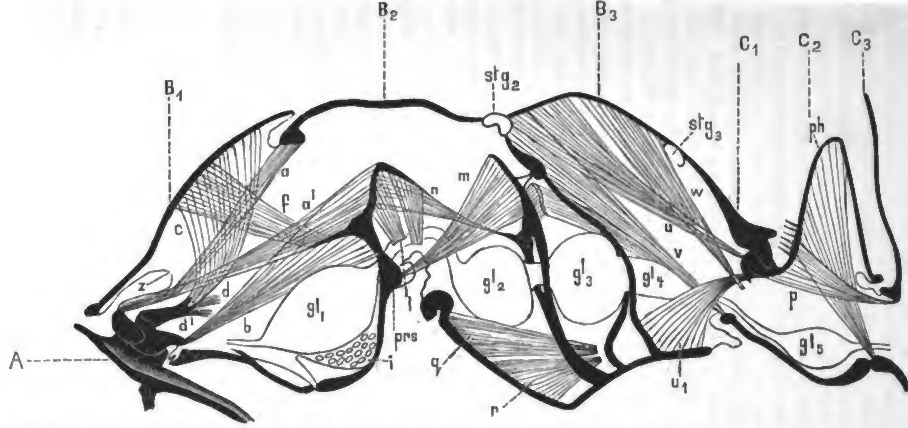


Fig. 251. Vertikaler Längsschnitt durch den Brustabschnitt einer Ameise, *Lasius flavus*. Nach Lubbock. — A, Hinterteil des Kopfes; B_1, erster Brustring, Prothorax; B_2, zweiter Brustring, Mesothorax; B_3, dritter Brustring, Metathorax; C_1, der mit dem Metathorax verwachsene erste Hinterleibsring (das Mittelsegment); C_2, zweiter Hinterleibsring oder Knoten; C_3, Vorderteil des dritten Hinterleibsringes; prs, die Proapophyse; gl_1, gl_2, gl_3 und gl_4, die vier Brustknoten (Ganglien) des Centralnervenstranges; stg_2, zweites, und stg_3, drittes Luftloch (Stigma); z, Verbindungshaut zwischen Kopf und Pronotum. — Muskeln: a, erster Heber, und a_1, zweiter Heber (Elevator) des Kopfes; b, erster Senker (Depressor) des Kopfes; c, erster, d, vierter, und d_1, fünfter Drehmuskel (Rotator) des Kopfes; i, der zweite Muskel eines Vorderbeins, durchschnitten; l, fünfter Muskel eines Vorderbeins; m, Senker (Depressor), n, Heber (Elevator) des Prothorax; q, dritter, und r, vierter Muskel eines Mittelbeins; u, erster, und u_1, zweiter Heber (Elevator) des Hinterleibes; v, erster Senker (Depressor) des Hinterleibes; w, erster Drehmuskel (Rotator) des Hinterleibes; p, Heber, ph, Senker des Hauptabschnittes des Hinterleibes.

Zurückzieher verbindet den Vorderrücken mit dem Prophragma (vorn in der Mittelbrust). Der Dreher der Vorderbrust erstreckt sich von dem Hinterrande des Vorderrückens beiderseits an das Mesophragma.

Der Brustkörper enthält im Rückenteile Längsmuskeln, welche die Phragmen miteinander verbinden (Fig. 253) und uns im folgenden Abschnitt beschäftigen werden.

Diejenigen paarigen Muskeln (Fig. 251, u), welche das Heben und die seitlichen Bewegungen des Hinterleibes bewirken, verbinden das Metasternum mit dem oberen Teile des Vorderrandes des ersten Hinterleibssegments. Ein weiteres Paar Hebemuskeln (u) für den Hinterleib geht vom Metanotum ab und ist gleichfalls dem oberen Rande des ersten Hinterleibssegments angefügt.

Die Senkmuskeln (v) des Hinterleibes verbinden das Metanotum und den oberen Teil der Metapophyse vorn mit dem unteren Rande des ersten (in Wirklichkeit zweiten) Hinterleibssegments.

Die Drehbewegungen des Hinterleibes besorgen Muskeln (w), welche sich einerseits an das Metanotum hinter der Ansatzstelle der Hebemuskeln, anderseits an die Seitenränder des ersten Hinterleibssegments ansetzen.

Die Muskeln, welche die Flügel bewegen (Flugmuskeln).

Die Flugmuskeln entspringen von den seitlichen und unteren Wandungen der beiden hinteren Brustringe. Zwei Hebemuskeln dienen zum Heben der Flügel; der grössere von ihnen tritt vermittelst

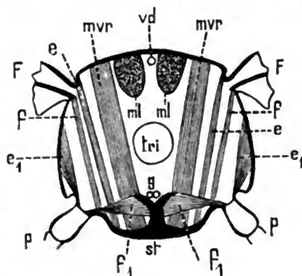


Fig. 252.
Querschnitt durch die Brust eines Insekts. Schemat. nach Graber.
F, Flügel (nur der Grundteil derselben); p, Hüftstück eines Beines; st, Brustschild (sternum) mit der gabelförmigen Apophyse, auf welcher die Ganglienkette (g) ruht; vd, das Rückengefäss; tri, Darmrohr; mvr, die senkrechten indirekten Flugmuskeln; ml, die längsgerichteten indirekten Flugmuskeln; e, Heber (Extensor) des Flügels; f, Senker (Flexor) desselben; e_1, Heber (Extensor) des Beines; f_1, Senker (Flexor) desselben.

einer tellerförmigen Sehne (Fig. 245 III x) an den Grundteil der Randader heran (Fig. 252, e); der kleinere verbindet sich gleichfalls vermittelst einer tellerförmigen Sehne mit dem hinteren Teile der Flügelwurzel. Die kleineren Senkmuskeln (Fig. 252, f) treten an den hinteren Rand heran. Man vergl. ferner Fig. 254.

Ausser diesen Muskeln, welche bei den meisten Insekten nicht sehr entwickelt sind, haben grosse, balkenförmige, die Brusthöhle der ganzen Länge und Höhe nach durchsetzende Muskeln auf die Flügel-

bewegung Einfluss (Fig. 253). Aber nur indirekt, insofern diese Muskeln durch ihre Kontraktion oder durch ihre Streckung die Brust von oben her oder der Länge nach zusammendrücken. Denn durch das Zusammendrücken der Brust von oben nach unten, infolge der Kontraktion der vertikalen Muskeln, schnellen die Flügel in die Höhe; durch das in der Längsrichtung stattfindende Zusammendrücken der Brust senken sich die Flügel (Graber).

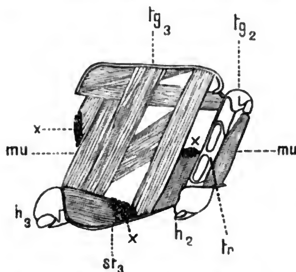


Fig. 253. Vertikaler Längsdurchschnitt durch den hinteren Brustabschnitt eines Bockkäfers. Orig.

tg_2, Rücken des zweiten Brustringes; tg_3, Rücken des dritten Brustringes; st_3, Bauchseite desselben; h_2, Hüfte eines Mittelbeines; h_3, Hüfte eines Hinterbeines; tr, 2 Luftröhrenstämme, durchschnitten; mu, Muskeln; x, durchschnittene Muskeln.

Die zuerst beschriebenen Flugmuskeln, welche sich mit der Flügelwurzel verbinden und unvermittelt die Bewegung der Flügel verursachen, werden direkte Flugmuskeln genannt (Fig. 252 e, f); die zuletzt erwähnten Brustmuskeln, welche vermittelst der Erweiterung und Verengung der Brust ein Heben und Senken der Flügel veranlassen, heissen indirekte Flugmuskeln (Fig. 252 mvr, ml; Fig. 253 mu). Direkte Flugmuskeln besorgen bei den Libelluliden allein die Flugbewegung; indirekte Flugmuskeln sind bei diesen Insekten fast gar nicht vorhanden. Bei den Orthopteren halten sich die direkten und indirekten Flugmuskeln fast das Gleichgewicht (Luks). Bei den übrigen Insekten sind die indirekten Flugmuskeln viel mächtiger entwickelt als die direkten und gleichsam auf Kosten der letzteren vergrössert worden.

Während nach der gewöhnlichen Ansicht die direkten Flugmuskeln nur aus Hebern und Senkern bestehen, findet R. v. Lendenfeld für jede der komplizierten Bewegungen eines Flügels einen besonderen Muskel (Fig. 254, 255). Schon Straus-Dürkheim hat früher nachgewiesen, dass beim Maikäfer *(Melolontha)* die vielfachen Muskeln, welche zu den Flügeln gehören, die mannigfaltigen Bewegungen derselben ausführen. Auch bei den Lepidopteren, Hymenopteren und Dipteren sind nirgends weniger als sechs Muskeln für jeden Flügel zu finden; bei den Libelluliden gehören zu jedem Flügel 8 Muskeln (v. Lendenfeld). Diese sind (vergl. Fig. 255):

1. Der Abductor (Vorzieher), durch den der Flügel horizontal nach vorn bewegt wird;
2. der Pronator der ersten Flügelader, welcher eine Drehung dieser Ader von oben noch vorn bewirkt;
3. der Flexor (Beuger), welcher den Flügel nach unten zieht;

4. der **Flexor** (Beuger) der fünften Ader, durch den diese Ader nach unten und ein wenig nach vorn bewegt wird;
5. der **Adduktor** (Beizieher) der fünften Ader, durch den die fünfte Ader nach hinten gezogen wird;
6. der **Pronator**, welcher eine Drehung des Flügels von oben nach vorn bewirkt;
7. der **Supinator** (Zurückzieher), durch dessen Kontraktion der Flügel von oben nach hinten bewegt wird;
8. der **Extensor** (Strecker), welcher den Flügel emporhebt.

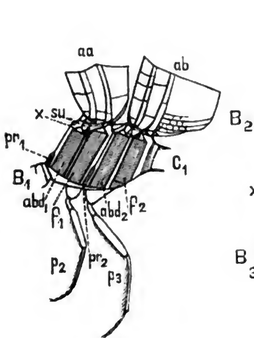


Fig. 254.

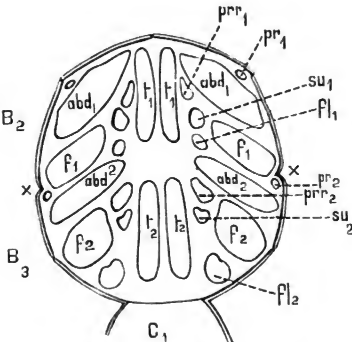


Fig. 255.

Fig. 254. Muskulatur des Thorax einer Wasserjungfer (*Libellula*). Orig.

aa, ein Vorderflügel; ab, ein Hinterflügel; pr_1, der Pronator der ersten Ader des Vorderflügels; su, der Supinator des Vorderflügels; abd_1, der Abduktor des Vorderflügels; f_1, der Flexor des Vorderflügels; pr_2, der Pronator der ersten Ader des Hinterflügels; abd_2, der Abduktor des Hinterflügels; f_2, der Flexor des Hinterflügels; zwischen beiden nach innen zu der Pronator des Hinterflügels; x, die mützenförmige Sehne, durch welche jeder Muskel mit dem Flügel verbunden ist; B_1, Vorderbrust; C_1, erster Hinterleibsring; p_2, Mittelbein; p_3, Hinterbein.

Fig. 255. Durchschnitt des Thorax einer Wasserjungfer, *Agrion puella*: die Schnittebene senkrecht zu der Richtung der Flexoren. Nach v. Lendenfeld.

B_2, Mittelbrust; B_3, Hinterbrust; bei x Grenze der beiden Brustringe; C_1, Grundteil des Hinterleibes; abd_1, Abduktor (Vorzieher) des Vorderflügels; f_1, Flexor (Beuger) desselben; pr_1, Pronator der ersten Ader desselben; prr_1, Pronator des Vorderflügels; su_1, Supinator (Zurückzieher) desselben; fl_1, Flexor der fünften Ader desselben; t_1, Extensor (Strecker) desselben; abd_2, Abduktor des Hinterflügels; f_2, Flexor desselben; pr_2, Pronator der ersten Ader desselben; prr_2, Pronator des Hinterflügels; su_2, Supinator desselben; fl_2, Flexor der fünften Ader desselben; t_2, Extensor des Vorderflügels.

Bemerkenswert sind die zahlreichen, am Ende mützenförmig erweiterten Sehnen, welche die Verbindung zwischen dem Flügel und den Muskeln herstellen. Am auffallendsten ist die lange Sehne des kurzen Muskels pr_1 (Fig. 254). Eine solche Flugmuskulatur findet sich nur bei den Libelluliden.

Wahrscheinlich gilt indes eine komplizierte Ausbildung der Muskulatur auch für manche andere Insekten. Denn dass die Aenderungen des Insektenflügels während des Fluges grösstenteils der Muskelthätigkeit des Insekts und nicht einem anderen Einflusse, etwa dem mechanischen Widerstande der Luft zuzuschreiben sind, davon überzeugte sich v. Lendenfeld bei Fliegen, welche durch irgend ein Mittel, z. B. Pyrethrum oder Terpentin, betäubt worden waren. Eine derartig betäubte Fliege macht bald, nachdem sie dem Einflusse des Mittels entzogen ist, krampfhafte, langsame Bewegungen, wobei die Gestalt der Flügel, deren Bewegung sich hier sehr leicht verfolgen lässt, dieselben Aenderungen wie beim Fluge zeigt. (Proceed. Linn. Soc. New South Wales. IX. S. 986; — Bericht von Bertkau f. 1885, S. 31.)

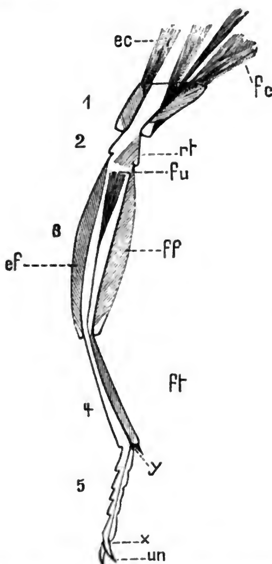


Fig. 256. Die Muskulatur eines Insektenbeines. Schemat., z. T. nach Dahl und Graber.

1, Hüfte; 2, Schenkelring; 3, Schenkel; 4, Schiene; 5, Fuss; ec, Streckmuskel (extensor) des Beines; fc, Beugemuskeln (flexores) desselben; rt, Drehmuskel (rotator) desselben; ef, Streckmuskel (Heber) der Schiene; ff, Beugemuskel der Schiene; ft, Beugemuskel des Fusses; y, Angriffspunkt desselben unterseits am Grunde des ersten Fussgliedes; fu, Beugemuskel der Krallen; x, Angriffspunkt der Sehne desselben unterseits am Grunde der Krallen.

Ausser den acht Muskeln, welche bei den Libellen die verschiedenartige Bewegung eines Flügels ausführen, giebt es an der Flügelwurzel noch ein starkes

elastisches Chitinband,

welches bei der Bewegung des Flügels eine Rolle spielt. Es entspringt am Hinterrande des Brustrückens und verläuft in einigen Biegungen nach aussen, um sich mit dem Grundteile der fünften Längsader des Flügels zu verbinden. Wenn der Flügel durch den Abduktor nach vorn bewegt wird, so wird das elastische Chitinband gespannt und gerade gestreckt. Hört die Wirkung des Abduktors auf, so schnellt das gedehnte elastische Band zusammen und zieht den Flügel nach rückwärts. (v. Lendenfeld.)

Die Muskulatur des Beines.

Alle Bewegungen des Beines werden von Beuge-, Streck- und Drehmuskeln besorgt, welche teils von den Brustwandungen ausgehen, teils innerhalb der Glieder des Beines angeheftet sind. Der Grundteil des Beines und somit das ganze Bein wird naturgemäss von Muskeln bewegt, die ihren Ausgangspunkt in der Brust haben; aber ein Glied des Beines wird von Muskeln eines vorangehenden Gliedes gestreckt und gebeugt. (Fig. 256.)

Zunächst kommen die den Grundteil des Beines in verschiedener Richtung bewegenden Muskeln in Betracht. Ein innerhalb des Brustringes der Gabel des Endoskelets an der Bauchseite ansitzender Beuger (Fig. 252 f_1) tritt in das Hüftglied ein und ist vermittelst einer Sehne mit dem unteren Rande des Schenkelringes verbunden. Auch ein der unteren Wandung des Hüftgliedes ansitzender Muskel (Beuger) verbindet sich mit dieser Sehne. Drei oder vier andere Beugemuskeln kommen von den unteren und seitlichen Wandungen des Brustringes und greifen den unteren Teil des Hüftgliedes an (Fig. 256 fc). Alle diese Beugemuskeln dienen zum Niederziehen des Beines in verschiedenen Richtungen. Ein von der seitlichen Wandung des Brustringes (Fig. 252 e_1) ausgehender und gleichfalls der Wandung des Hüftgliedes angehefteter Streckmuskel ist vermittelst einer Sehne dem oberen Rande des Schenkelringes angefügt Fig. 256 ec) und besorgt das Aufheben des Beines. Da das Hüftglied bei den verschiedenen Insekten einen verschiedenen Grad von Beweglichkeit hat, so ist auch die Ausbildung der dasselbe bewegenden Muskeln eine ungleiche. Die zum Hüftgliede und zum Schenkelringe gehenden Muskel sind die einzigen Beinmuskeln, welche in der Brust ihren Ursprung haben.

Im Schenkelring befindet sich der mit dem Grundteile des Schenkels verbundene Drehmuskel oder Rotator (Fig. 256 rt), welcher das Bein hin und her dreht.

Die in den folgenden Abschnitten des Beines angehefteten Muskeln sind mit langen Sehnensträngen verbunden, welche die röhrenförmigen Beinglieder durchziehen (Fig. 256). Die Muskeln selbst sind kurz, den Wandungen der Beinglieder angewachsen und treten in schräger Richtung an die Sehne heran. Der die Schiene einwärts ziehende Muskel (Beuger) sitzt an der unteren und den seitlichen Wandungen des Schenkels (Fig. 256 ff) und greift vermittelst der erwähnten Sehne den Grundteil der Schiene am unteren Rande an. Der Streckmuskel der Schiene ist der oberen Wandung des Schenkels angewachsen (Fig. 256 ef) und vermittelst einer Sehne mit dem Grundteile der Schiene an deren oberen Rande verbunden. Der den Wandungen der Schiene anhaftende Muskel (ft) ist der Beugemuskel des ersten Fussgliedes (Fersengliedes), infolge dessen der ganze Fuss niedergezogen wird.

Zu den Krallen führt eine sehr lange Sehne, welche alle Fussglieder und die Schiene durchzieht und erst im Schenkel in einen, am Grunde des Schenkels angehefteten Muskel übergeht. Dieser Muskel (Beuger) bewirkt das feste Aufsetzen der Krallen, namentlich beim Anklammern und Klettern. Das Strecken (Heben) der Krallen geht infolge der Elastizität der Chitinhaut vermittelst der Streckplatte vor sich, welche unterseits mit dem Grunde der Krallen verbunden ist und in eine unterseitige Einstülpung des letzten Fussgliedes eingreift (S. 283). Auch das Heben des ersten Fussgliedes, sowie des ganzen Fusses wird nicht von einem Hebemuskel ausgeführt, sondern durch die blosse Elastizität der Gelenkhaut ermöglicht. (Dahl, Ockler.)

Die Muskulatur des Hinterleibes.

Die Bewegung der Hinterleibsringe zueinander.

Dass das Heben, Senken und Drehen des Hinterleibes von Muskeln ausgeht, welche ihren Sitz im Hinterbrustringe (Metathorax) und ihre Angriffsstelle im ersten Hinterleibsringe haben, wurde S. 365 erwähnt. Die Bewegung der Hinterleibsringe zueinander wird durch zahlreiche Muskeln ausgeführt, welche die Hinterränder oder die hinteren Hälften je zweier aufeinander folgenden Segmente miteinander verbinden (Fig. 257). Diese Muskeln sind längsgerichtet und befinden sich sowohl an der Rücken- als auch an der Bauchseite des Hinterleibes. Sie bewirken das Krümmen und Strecken des Hinterleibes und sind bei den Larven meist besser ausgebildet als bei den entwickelten Insekten. Bei diesen sind sie gewöhnlich breit, flach und bandförmig, bei den Larven aber kräftiger und dicker. Es kommen auch quere Bauchmuskeln vor, welche bei der Atmung den Hinterleib zusammenziehen.

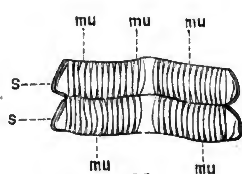




Fig. 257.

I, Zwei Segmente des Hinterleibes der Larve eines Bockkäfers, *Cerambyx cerdo L.*, mit der Längsmuskulatur der Bauchseite. — Orig.

mu, die zahlreichen Muskelbündel; s, Seitenteile der Segmente.

II, Einer der Muskelbündel mu, mehr vergrössert.

Eine der zahlreichen Fibrillen eines solchen Muskelbündels ist in Fig. 248. S. 357 dargestellt.

Die bei der Entleerung des Darmes thätigen Muskeln entspringen in der Umgebung des Afters und verbinden sich mit der Innenwandung der letzten Segmente.

Die Muskulatur des männlichen Begattungsorgans ist ebenso mannigfaltig als kräftig entwickelt. Abgesehen von den Ringmuskeln

(Fig. 229 u. 231 mu), welche die Compression des Organs bewirken, giebt es Muskeln zum Hervorstossen und Zurückziehen desselben. Auch hier dient das Hautskelett als stützende Wand, von welcher die Muskeln an das Organ herantreten.

Ebenso sind der Legebohrer und der Stachel mit Muskeln ausgerüstet, welche im Innern der letzten Leibesringe dem Grunde des Legebohrers sich anfügen.

Die Zahl der sämtlichen Muskeln eines Individuums ist je nach der Art und dem Entwicklungszustande verschieden. Aehnliche Arten unterscheiden sich darin weniger. Umsomehr weichen die Larve und die entwickelte Form einer und derselben Art von einander ab. Das ist in der oft ganz verschiedenen Bewegungsweise beider begründet. Bei grossen Larven, welche im Holz Gänge bohren, ist die Zahl der einzelnen Muskeln sehr bedeutend. Lyonet fand bei der Raupe des Weidenbohrers, *Cossus ligniperda*, 228 Muskeln im Kopfe, 434 an der Rückenwandung, 308 an den Seiten des Körpers, 738 an der Bauchwandung, 126 in den Beinen und 21 anderweitige Muskeln im zweiten und dritten Brustringe, ausserdem 2186 um den Darmkanal. Das sind im ganzen 4041 Muskeln im Körper eines einzigen Tieres. Eine grosse Zahl derselben stellt die Längsmuskulatur der Leibesringe, sowohl an der Rücken- als auch an der Bauchseite, wie sie in Fig. 257 I nur zum kleinsten Teile an zwei Segmenten zur Anschauung gebracht ist.

Litteratur.

Retzius, G., Biologische Untersuchungen. Neue Folge I. Muskelfibrille und Sarcoplasma. S. 51—88. Mit 3 Taf. Stockholm, 1890.

—, —, Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfaser. Biologische Untersuchungen. Stockholm, 1881.

Müller, G. Elias, Theorie der Muskelkontraktion. 1. T. Leipzig, 1891.

Rollet, A., Ueber die Streifen N (Nebenscheiben), das Sarkoplasma und Kontraktion der quergestreiften Muskelfasern. Mit 1 Taf. (Archiv f. mikroskop. Anat. 37. Bd. 1891. S. 654—684.)

—, —, Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern.

I. Teil. (Denkschr. Akad. Wien, 1885. 49. Bd. S. 81—133. Mit Taf.)

II. Teil. (Ebenda, 1886. 51. Bd. S. 23—68. Mit 4 Taf.)

—, —, Beiträge zur Physiologie der Muskeln. Ebenda, 1887. 53. Bd. S. 193—256. Mit 11 Taf.)

—, —, Untersuchungen über Contraction und Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfasern. (Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 1891. 4⁰.) Sep. 58 S. m. 4 Taf.

Bütschli, O., u. W. Schewiakoff, Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthropoden. Vorläuf. Mitt. (Biolog. Centralbl. XI. Bd. 1891. S. 33—39.)

Vosseler, J., Untersuchungen über glatte und unvollkommen quergestreifte Muskeln der Arthropoden. Tübingen, 1891. 8 u. 149 S. m. 6 Taf.

Schäfer, On the minute structure of the Muscle Columns or Sarcostyles which forms the Wing-Muscles of Insects. Mit 2 Taf. (Proceed. Royal Soc. London, 1891. Vol. 49. Part. IV. No. 299.)

Lowne, B. Th., On the Histology of the Muscles of the Fly and their Relation to the Muscles of Vertebrates. (Journ. Quekett Micr. Club. 1887. 2. Sér. Vol. 3. S. 182—187.)

Van Gehuchten, A., Étude sur la structure intime de la Cellule musculaire striée. (Extrait de la Revue. „La Cellule". t. II. 2. fascicule, Louvain, 1886. S. 293—453. Mit 6 Taf.)

Kölliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. Leipzig, 1889. I. Bd. S. 356—409.

—, —, Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 47. Bd. 1888. S. 689—710. Mit 2 Taf.)

Aubert, Ueber die eigentümliche Struktur der Thoraxmuskeln der Insekten. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853. Bd. IV.)

Straus-Dürkheim, Considérations. (Titel S. 342.)

Ciaccio, G. V., Della notomia minuta di quei muscoli che negl' insetti muovono le ali nuove osservazione. (Mem. Accad. Bologna. 4. ser. T. 8. 1887. S. 525—538. Mit 2 Taf.)

—, —, Dell' anatomia minuta di quei muscoli che negli Insetti muovono le ali. (Rend. Acc. Sc. Bologna, 1882. S. 102—105.)

Limbeck, R. von, Zur Kenntnis des Baues der Insektenmuskeln. (Sitzb. kais. Akad. d. Wiss. Wien. XCI. Bd. 1885. S. 322—349. Mit 1 Taf.)

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Bd. 1832. S. 267—290, 482—505.

Leydig, F., Zelle und Gewebe. Neue Beiträge zur Histologie des Tierkörpers. Bonn, 1885. 219 S., 6 Taf.

—, —, Zum feineren Bau der Arthropoden. (Archiv f. Anat., Physiol. etc. 1855. S. 376—480.)

Grunmach, Emil, Ueber die Struktur der quergestreiften Muskelfaser bei den Insekten. Berlin, 1872. 47 S.

Biedermann, W., Zur Lehre vom Bau der quergestreiften Muskelfaser. (Sitzungsber. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-Naturwiss. Classe. 3. Abt. Bd. LXXIV. 1877. S. 49—62.)

Cohnheim, Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskelfaser. (Virchows Archiv f. patholog. Anat. u. Physiol. etc. Bd. 34. 1865. S. 606—622.)

Brücke, E., Untersuchungen über den Bau der Muskelfaser mit Hilfe des polarisierten Lichts. (Denkschr. der math.-naturwiss. Classe d. k. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Bd. 15.)

Merkel, F., Der quergestreifte Muskel. Mit 2 Taf. (M. Schultzes Archiv f. mikroskop. Anat. 1872. Bd. 8. S. 244—268; Bd. 9. 1873. S. 293—307.)

Hensen, V., Ueber ein neues Strukturverhältnis der quergestreiften Muskelfaser. Mit 1 Taf. (Arbeiten d. Kieler physiolog. Instituts. 1868. S. 1—26, 172—176.)

Kölliker, A., Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfaser. Mit 2 Taf. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 47. Bd. S. 689—710.)

Hagen, H., Glatte Muskelfasern bei Insekten. (Zool. Anz. 1880. S. 304—305.)

Verson, E., Zur Insertionsweise der Muskeln. Mit 1 Taf. (Sitzgsber. k. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Cl. Wien. 57. Bd. 1868. 1. Abt. S. 63—66.)

Meckel, System der vergleichenden Anatomie. III. Teil.

Lebert, Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertébrés et sur la structure de la fibre musculaire dans les diverses classes d'animaux. (Ann. d. Sc. natur. Vol. XI. 1849; Vol. XIII. 1850.)

Wagner, A., Ueber die Muskelfaser der Evertebraten. (Archiv f. Anat. u. Physiologie. 1863.)

Kunkel, Sur le développement des fibres musculaires striées chez les Insectes. (Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Paris. Vol. LXXV. 1872.)

Amici, Sulla fibra muscolare. Nuovo cimento. Vol. IX. 1859.

Krause, W., Die Querlinien der Muskelfasern in physiologischer Hinsicht. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. Biologie. München. 5. Bd. 1869. S. 411—430; 6. Bd. 1870. 453—455; 7. Bd. 1871. S. 104.)

Heppner, C. L., Ueber ein eigentümliches optisches Verhalten der quergestreiften Muskelfaser. Mit 1 Taf. (M. Schultzes Archiv f. mikroskop. Anat. 5. Bd. 1869. S. 137—144.)

Dönitz, W., Beiträge zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern. (Reicherts u. du Bois-Reymonds Archiv f. Physiol. 1871. S. 434—447. Mit 1 Taf.)

Wagener, G. R., Ueber die Querstreifen der Muskeln. (Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturwiss. Marburg, 1872. No. 2. S. 25—33.)

Fredericq, L., Note sur la contraction des muscles striés de l'Hydrophile. (Bullet. Acad. Roy. Belgique. Bd. 41. S. 583 ff. Mit 2 Taf.)

Lyonet (Titel s. S. 342).

Lubbock, J., On some Points in the Anatomy of Ants. (The Monthly Microscop. Journ. 1877. Vol. 18. S. 121—142. Mit 4 Taf.)

—, —, On the Anatomy of Ants. (Transact. Linn. Soc. Ser. II. Zool. Vol. II. 1879. S. 141—154. Mit 2 Taf.)

Lubbock, J., Arrangement of Cutaneous Muscles of the Larvae of Pygaera bucephala. Mit 2 Taf. London, 1858.

Burgess, E., Contributions to the anatomy of the Milk-Weed Butterfly Danais Archippus F. (Anniversary Memoirs of the Boston Soc. Nat. Hist. 1880. 16 S. u. 2 Taf.)

—, —, The structure and action of a Butterfly trunk. (American Naturalist. Vol. 14. 1880. S. 313—319.)

Leydig, F., Das sogenannte Bauchgefäss der Schmetterlinge und die Muskulatur der Nervenzentren bei Insekten. (Archiv f. Anat., Physiol. u. wiss. Medizin. 1862.)

Cornalia, E., Monografia del Bombice del gelso. (Memorie d. R. Istituto Lombardo d. Sc., Lettere ed Arte. 1856. Vol. 6.)

Lendenfeld, R. von, Der Flug der Libellen. (Sitzgsber. k. Akad. d. Wiss. Wien. 83. Bd. 1881. S. 289—376. Mit 7 Taf.)

Poletajeff, N., Ueber die Flügelmuskeln der Rhopaloceren. Russisch. (Arbeiten d. Russ. Entom. Gesellsch. 1881. 13. Bd. 9 S. m. 1 Taf.)

—, —, Du développement des muscles d'ailes chez les Odonates. (Horae Soc. Ent. Ross. Vol. XVI. 1879. S. 10—37. Mit 5 Taf.)

—, —, Die Flugmuskeln der Lepidopteren und Libelluliden. (Zool. Anz. 1880. S. 212—213.)

Dahl, F., Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktionen der Insektenbeine. (Archiv f. Naturgesch. 1884. 50. Jahrg. S. 146 bis 193. Mit 3 Taf.)

Graber, V., Ueber die Mechanik des Insektenkörpers. I. Mechanik der Beine. (Biolog. Centralbl. 1884. 4. Bd. S. 560—570.)

—, —, Die äusseren mechanischen Werkzeuge der wirbellosen Tiere. Leipzig, G. Freytag. 1886. (Das Wissen der Gegenwart. Deutsche Universal-Biblioth. f. Gebildete. 45. Bd.)

Ockler, A., Das Krallenglied am Insektenfuss. Mit 2 Taf. (Archiv f. Naturgesch. 1890. S. 221—262.)

Luks, Const., Ueber die Brustmuskulatur der Insekten. (Jena, Zeitschr. Naturwiss. 16. Bd. 1883. S. 529—552. Mit 2 Taf.)

Basch, Skelett und Muskeln des Kopfes von Termes. (Zeitschr. f. wiss. Zool. XV. S. 56—75. Mit 1 Taf.)

Carlet, G., Sur les muscles de l'abdomen de l'Abeille. (Compt. Rend. 1884, T. 98. S. 758—759.)

Dogiel, Joh., Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von Corethra plumicornis. (Mém. Acad. imp. d. sc. St. Pétersbourg. VII. Sér. T. 24. No. 10. 37 S., 2 Taf.)

Dimmock, G., The anatomy of the mouth-parts and of the sucking apparatus of some Diptera. Boston, 1881. Mit 4 Taf.

Kräpelin, K., Zur Anatomie und Physiologie des Rüssels von Musca. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1884. 39. Bd. S. 683—719. Mit 2 Taf.)

Becher. (Titel S. 233.)

Langer. (Titel S. 300.)

Die Muskelkraft der Insekten.

Zahlreiche Beobachtungen und Versuche haben uns die Gewissheit verschafft, dass die Muskelkraft der Insekten viel grösser ist, als diejenige irgend welcher anderer lebender Wesen. Schon der altrömische Naturforscher Plinius wusste, dass die Ameisen im Verhältnis zu ihrer Körpergrösse eine ungeheure Kraft besitzen; wir können im Sommer häufig beobachten, dass diese anscheinend schwächlichen Insekten ziemlich schwere Gegenstände zu schleppen vermögen, zum Beispiel Baumaterial für ihre Nester und Tierleichen. Vor allem ist die Sprungkraft bemerkenswert. Ein Floh (*Pulex*) kann Sprünge von einem Meter Weite machen; wollte ein Panther, eines der gelenkigsten Wirbeltiere, Aehnliches leisten, so müsste er einen Kilometer weit springen. Auch die Flohkäfer (*Haltica*) und die Springrüsselkäfer (*Orchestes*) leisten im Springen etwas Ausserordentliches. Entsprechend ist auch die Zugkraft des Flohes ganz ungeheuer; denn er zieht das Achtzigfache seines Körpergewichts. Ein erwachsener Mann zieht (nach Régniers und Quetelets Untersuchungen) nur etwas mehr als dreiviertel (0,86) seines Körpergewichts, ein Pferd noch weniger, nämlich 0,67. Merkwürdig ist, dass bei den Insekten die Muskelkraft im umgekehrten Verhältnis zu der Körpergrösse und dem Gewicht steht; das heisst, dass die Kraftäusserung um so grösser ist, je kleiner die Tiere sind. Der belgische Naturforscher Plateau ist es, dem wir die zahlreichsten und sorgfältigsten Untersuchungen und Versuche über diesen Gegenstand verdanken.

Diese Versuche wurden an mehreren verschieden grossen Arten und zahlreichen Einzelwesen angestellt, und es stellte sich das Verhältnis des Körpergewichts zu der gezogenen Last durchschnittlich wie folgt (1. und 2. sind miteinander zu vergleichen):

1. *Carabus auratus* 17,4	1. *Necrophorus vespillo* 15,1
2. *Nebria brevicollis* 25,3	2. *Silpha livida* 24,4
1. *Cetonia aurata* 15	1. *Ocypus morio* 17
2. *Trichius fasciatus* 41,3	2. *Quedius fulgidus* 29,6
1. *Melolontha vulgaris* 14,3	1. *Donacia nymphaeae* 42,7
2. *Anomala frischii* 24,3	2. *Crioceris merdigera* 39,2
1. *Oryctes nasicornis* 4,7	1. *Bombus terrestris* 16,1
2. *Geotrypes stercorarius* 9,8	2. *Bombus rupestris* 14,5
3. *Onthophagus nuchicornis* 14,4	3. *Apis mellificia* 20,2.

Hinsichtlich der Schiebekraft ergab das Verhältnis der Last zur Körpergrösse bei verschieden grossen Käfern folgende Zahlen:

Oryctes nasicornis 3,2
Geotrypes stercorarius 28,4
Onthophagus nuchicornis 92,9.

Bei der Tragekraft während des Sprunges, worüber schon von Straus-Dürkheim Versuche angestellt worden sind, zeigte

sich die Tragekraft der *Oedipoda grossa* als 1,6, der *Oedipoda parallela* als 3,3 ihres Körpergewichts.

Bei der Fortschaffung von Lasten während des Fluges ergab sich, dass eine Hummel (*Bombus terrestris*) 0,63 ihres Körpergewichts tragen konnte, eine Honigbiene jedoch 0,78 ihres Körpergewichts. Also auch in diesem Falle erscheint das kleinere Insekt als das kräftigere.

Untersuchungen an *Sphex*-Arten (Raubwespen), welche Raupen fortschleppen, ergaben, dass *Sphex sabulosa* im Fluge nur Körper von 0,686 ihres eigenen Gewichts zu tragen imstande ist, während sie schwerere Körper im Gehen fortschleppt. Die Hubkraft während des Fluges ist also viel geringer als die Zug- und Schiebekraft. Im Allgemeinen kann der Satz gelten, dass ein Insekt beim Fluge eine dem eigenen Körpergewicht gleichkommende Last tragen kann.

Die meiste Kraftleistung geht im Allgemeinen von den Flugmuskeln aus. Wie diese am besten von allen Körpermuskeln ausgebildet sind, so hat auch die Bewegung vermittelst der Flügel den Vorzug vor jeder anderen Bewegungsart. Ein schreitendes oder schwimmendes Insekt ermüdet eher und kommt auch viel weniger schnell von der Stelle als ein fliegendes. Es werden von verschiedenen Schriftstellern Beispiele von der Schnelligkeit und Ausdauer des Fluges mitgeteilt. Ein Dampfwagen, welcher in einer Stunde fünf deutsche Meilen zurücklegte, wurde auf eine beträchtliche Strecke von einer Hummel (*Bombus subinterruptus* Kirby) begleitet; das Insekt flog obendrein wiederholt um den Wagen herum. Manche Insekten kommen den Schnellfliegern unter den Vögeln an Schnelligkeit im Fluge gleich, obgleich ihre Grösse um Vieles geringer ist. Die Ausdauer zeigt sich namentlich bei den Wanderflügen mancher Insektenarten (*Libellula quadrimaculata, Pachytylus migratorius*).

In Gemeinschaft ausgeführte Kraftleistungen können wir bei den Ameisen bewundern. Wie sie Zweigstücke, Raupen, grössere Insekten usw. einzeln oder zu mehreren zum Neste schleppen, ist häufig zu sehen. Ein russischer Beobachter erzählt, dass ein auf einen Ameisenhaufen (*Lasius niger*) gelegter toter mittelgrosser Habicht wiederholt sechs Schritte weit von den Ameisen fortgeschleppt wurde. Eine grosse Anzahl hatte sich vor den Kadaver gespannt und zog denselben mit grosser Behendigkeit. (Bibikoff.)

Bedeutende Kraftleistungen sind nur von muskelreichen Körperteilen zu erwarten; so zum Beispiel ist ein schneller Flug nur den mit einem muskulösen Thorax versehenen Insekten eigen (Odonaten, Hymenopteren, Dipteren). Die Springbeine der Heuschrecken und Flohkäfer (Halticidae) enthalten in den dicken Schenkeln die reiche Muskulatur, welche die Schienen anstemmt und den Körper fortschnellt. Die Kraftleistung ist stets abhängig von der Zahl der Muskelprimitivbündel.

Litteratur.

Plateau, F., Sur la force musculaire des insectes. (Bull. d. l'acad. roy. d. Belgique. 2. Sér. T. 20. 1865. S. 732—757; — T. 22. 1866. S. 283—308.)

—, —, Ueber die Muskelkraft der Insekten. Auszug. (Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens. 22. Jahrg. 1865. Corresp.-Bl. S. 142—145.)

—, —, Recherches sur la force absolue des muscles des invertébrés. 1884.

—, —, La force musculaire des insectes. (La Science pour tous. 1880. No. 43, S. 340; — Die Natur. 1880. 29. Bd. S. 661.)

Bibikoff, Paul v., Zur Muskelkraft der Insekten. (Natur. Von Ule und Müller. 17. Bd. 1868. S. 399.)

Radau, R., La force musculaire des insectes. (Revue de deux mondes. 36. Année. 2. Sèr. T. 64. 1866. S. 770—777.)

Delboeuf, Nains et géants. Étude comparative de la force des petits et des grands animaux. Bruxelles. (Vergl. Kosmos, 13. Bd. S. 58—62.)

Die Bewegungen der Insekten. Das Fliegen.

An die Betrachtung der anatomischen Verhältnisse der Insektenmuskulatur schliesst sich nunmehr naturgemäss das Kapitel über die aktiven Bewegungen der Insekten.

Die selbständige Fortbewegung von der Stelle, welche die Insekten mit den übrigen Tieren der Erde gemein haben, ist eines der wichtigsten physiologischen Kennzeichen der tierischen Organismen. Denn durch die Befähigung zur Ausführung selbständiger Bewegung unterscheiden diese sich von den Pflanzen. Zwar vermögen auch einige der letzteren sich selbständig zu bewegen, und andererseits giebt es Tiere, die an eine festsitzende Lebensweise gebunden sind, aber dies sind Ausnahmefälle. Die Bewegung jener vegetabilischen Gebilde findet ausnahmslos nach sehr einfachen Prinzipien statt, und nur wenige Tiere besitzen während ihres ganzen Lebens eine stationäre Lebensweise, manche nur im Alter, während sie in der Jugend zu aktiven Bewegungen wohl befähigt sind; sie haben dann also erst sekundär ihre Bewegungsfähigkeit verloren.

Die Fortbewegung der Tiere findet entweder auf dem Lande, im Wasser oder in der Luft statt. Diese Medien sind es in erster Linie allein, in welchen die meisten Tiere leben und sich bewegen; manche bewegen sich aber auf der Oberfläche des Wassers, manche in der Erde, andere kriechend auf dem Grunde der Gewässer, viele bohrend im Holze. Es giebt hiernach sieben mögliche Gattungen von Bewegungen im Raume:

1. Bewegung zwischen Luft und Erde — das Gehen;
2. „ im Wasser — das Schwimmen;
3. „ in der Luft — das Fliegen;
4. „ zwischen Wasser und Erde — das Kriechen am Boden der Gewässer;
5. „ zwischen Luft und Wasser — das Schwimmen auf der Oberfläche des letzteren;
6. „ in der Erde — das Wühlen;
7. „ in sehr festen Stoffen — das Bohren im Holze.

Für alle sieben Bewegungen stellen die Insekten Beispiele:

Zu 1. Die allermeisten Insekten.

Zu 2. Ein kleiner Teil derselben; die Wasserkäfer (Dytiscidae, Hydrophilidae, Parnidae), die Wasserwanzen (Nepidae, Notonectidae) und die Larven der genannten und vieler Landinsekten, nämlich der Odonata, Ephemeridae etc.

Zu 3. Die meisten Insekten.

Zu 4. Die Larven vieler Libelluliden und Trichopteren, manche Wasserkäfer (Hydrophilidae) und Wasserwanzen *(Nepa, Ranatra)*.

Zu 5. Einige Käfer (Gyrinidae) und Wanzen *(Hydrometra* und Verwandte, *Halobates*).

Zu 6. Eine Anzahl Käfer (*Dyschirius* und Verwandte, *Bledius, Heterocerus*), die Maulwurfsgrillen (Gryllotalpidae), die Larven der Zikaden, vieler Fliegen (Diptera); die Larven mancher Käfer aus den Familien Elateridae, Cistelidae, Tenebrionidae etc. Auch die Blatthornkäfer (Scarabaeidae) gehören als Larven und entwickelte Insekten hierher; ferner viele Hymenopteren, welche ihre Brutzellen in der Erde anlegen (Crabroniden u. a.).

Zu 7. Die Larven vieler Käfer (Cerambycidae, Buprestidae, manche Arten der Curculionidae, Anobiidae, Lymexylonidae, Tomicidae), diejenigen der Holzwespen (Siricidae) und mancher Fliegen (Asilidae).

Die Bewegungen der Insekten auf dem Lande, im Wasser und in der Luft ziehen am meisten unsere Aufmerksamkeit auf sich.

Die Bewegung auf dem Lande geschieht nach zwei Prinzipien:

1. indem das Tier einen Stützpunkt auf dem Boden findet und von diesem aus sich fortschnellt, oder
2. indem es Bodenvorsprünge mit ausgestreckten Gliedmassen umklammert und sich nach diesen hinzieht.

Die Fortbewegung mit Stützpunkt auf dem Boden geschieht nach dem Prinzipe des Stosses und Gegenstosses; das Landtier übt durch seine Gliedmassen einen Stoss auf den Boden aus; dieser giebt demselben nicht nach, sondern pariert ihn durch einen Gegenstoss von gleicher Stärke, welcher das Individuum vom Boden emporwirft.

Würde der Boden dem Gliedmassenstosse nachgeben, dann würde das Tier selbst nicht fortbewegt werden, sondern mit seinen Füssen die Erdkruste durchbrechen; es würde so seine Kräfte nutzlos erschöpfen. Giebt der Boden nur zum Teil dem Stosse nach, dann wird das Tier um so viel fortbewegt, wie der Widerstand beträgt, den der schwach nachgebende Boden dem Gliedmassendruck entgegensetzt.

Ein Medium, welches einem erhaltenen Stosse teilweise nachgiebt, teilweise aber Widerstand entgegensetzt, ist das Wasser. Auch in diesem findet die Fortbewegung seiner Bewohner vorwiegend dadurch statt, dass sie mit ihren Schwimmorganen (S. 295) einen Druck auf das Wasser ausüben, wobei ein Teil der ausgegebenen Kraft keine fortbewegende Wirkung erzielt, weil die getroffene Wassermasse ihm nachgiebt, während der andere Teil der Kraft durch einen gleich starken Gegendruck erwidert wird. Dieser Gegendruck treibt den tierischen Körper fort.

Da nach diesen Betrachtungen von zwei Medien dasjenige am meisten der Stossbewegung förderlich ist, welches am wenigsten nachgiebig ist, so wird ein Tier, welches gleiche Kraft zur Bewegung auf der Erde und im Wasser verwendet, im Wasser langsamer vorwärts kommen als auf dem Lande. Will es im Wasser ebenso schnell fortkommen wie auf dem Lande, dann muss es entweder eine grössere Kraft aufwenden, oder die gegebene Kraftausgabe mehrmals wiederholen. Das heisst, ein Tier, welches auf dem Lande in einer bestimmten Zeit eine bestimmte Strecke mit einer bestimmten Anzahl von Stössen zurücklegt, muss, wenn es im Wasser ebenso schnell vorwärts kommen will, die Stösse schneller aufeinander folgen lassen. Es erzielen auf diese Weise im Wasser die grössere Anzahl schnell wirkender Stösse dieselbe Wirkung, die auf dem Lande weniger zahlreiche, aber stärker wirkende Stösse zur Folge haben.

Da die Luft eine Flüssigkeit ist, ist sie allen physikalischen Gesetzen unterworfen, welche für Flüssigkeiten Geltung haben; daher kann auch in der Luft ein tierischer Organismus sich fortbewegen, indem er auf die umgebende Luftmasse Druckstösse ausübt. Da die Luft aber viel weniger Widerstandskraft besitzt als das Wasser, so erzeugen Stösse, welche auf die Luft ausgeübt werden, einen viel geringeren Gegendruck, als gleich starke Stösse im Wasser. Will also ein Organismus sich in der Luft mit gegebenen Flügelstössen ebenso schnell fortbewegen als im Wasser, so muss er seine Kraftstösse weit schneller aufeinander folgen lassen, als er dies im Wasser oder gar auf dem Lande nötig hätte, aus welchem Grunde auch die Muskulatur der Brust bei den angestrengt fliegenden Insekten eine viel stärkere ist, als bei den schwach fliegenden und meist gehenden Insekten. Beim Fluge kommen also folgende Faktoren in Betracht:

1. die Grösse der Kraft, mit welcher das Flugorgan bei dem jedesmaligen Schlage auf die Luft einwirkt;

2. die Zeit, welche von einem Kraftaufwand bis zum anderen verstreicht.

Die Wirkung der fortbewegenden Kraft wird aber auch wesentlich beeinflusst durch die Art, in welcher das Bewegungsorgan, der Flügel, auf die Luft einwirkt. Nehmen wir eine dünne Platte von 1 dcm im Quadrat und 2 oder 3 mm Dicke und schlagen damit so durch die Luft, dass ihre nur wenige Millimeter starke Kante die Luft durchschneidet, so ist deren Widerstand und damit ihr Rückstoss nur gering, weil Luft und Platte sich nur wenig aktiv berühren. Schlagen wir aber mit der 1 dcm grossen Fläche der Platte durch die Luft, so berühren sich der schlagende und der geschlagene Gegenstand in viel stärkerem Masse, und infolgedessen ist der Rückstoss, den der schlagende Flügel hierbei erleidet, bedeutend grösser als im ersten Falle. Daraus folgt, dass die Flügelstellung beim Fluge eine massgebende Rolle spielt.

Es hängt demnach die Fortbewegung eines tierischen Organismus in der Luft nicht allein von der Arbeitskraft seiner Flugorgane ab und von der Zeit, welche zur Ausführung der einzelnen Flügelschläge gebraucht wird, sondern ebensosehr von der Art und Weise, in welcher das Flugorgan den Rückstoss in der Luft erzeugt.

Bei der Betrachtung des Insektenfluges sind also folgende Fragen zu lösen:

1. Wie häufig bewegt das Insekt seine Flügel in einem bestimmten Zeitabschnitt, zum Beispiel in einer Sekunde?
2. Welche Stellung nimmt der Insektenflügel ein, wenn er einen seiner Schläge ausführt?
3. Wie entwickelt sich die den Flügel bewegende Kraft und wie gross ist diese Kraft bei jedem Flügelschlage?
4. Wie gross ist der Rückstoss der Luft bei einem Flügelschlage?

Die Häufigkeit des Flügelschlages ist nach den Insektenarten verschieden. Da wir nun genau wissen, dass eine tönende Stimmgabel je nach dem Ton, den sie hervorbringt, eine bestimmte Anzahl von Schwingungnn in einer Sekunde macht, so könnten wir (indem wir dem Naturforscher Marey folgen, der den Flugbewegungen der Insekten so erfolgreiche Aufmerksamkeit gewidmet hat) auf den Gedanken kommen, aus dem Ton, den ein Insekt bei seinen Flügelschlägen erzeugt, zu bestimmen, wie oft seine Flugorgane in einer Sekunde bewegt werden. Dass von vielen Insekten derartige Töne erzeugt werden, ist bekannt; wir hören einen hohen Ton, wenn Fliegen und Mücken am Ohr vorüberziehn; viel tiefer ist der Ton bei *Macroglossa*-Arten und den grossen Schwärmern. Andere Lepidopteren haben dagegen einen schweigsamen Flug, weil ihre Flügel nur langsam auf- und niederschlagen. Die Abschätzung der Zahl der Flügelschläge nach dem beim Fluge erzeugten Tone ist aber

nicht möglich, weil der Ton durch Nebenfaktoren beeinflusst wird; er hebt sich zum Beispiel, wenn der Gegenstand, der ihn erzeugt, dem Ohre sich nähert, und senkt sich, wenn der Gegenstand sich vom Ohre entfernt. Um die Zahl der von einem Insekt in einer Sekunde erzeugten Flügelschläge zu bestimmen, stellte Marey folgendes Experiment an: Er klebte um einen Cylinder, der sich in $1^1/_2$ Sekunde einmal um seine Axe dreht, ein Blatt Papier und schwärzte dasselbe durch eine Kerzenflamme. Es wurde nun das Insekt mit einer feinen Pinzette an dem unteren Teil des Hinterleibes gefasst und derartig in der Nähe des rotierenden Cylinders plaziert, dass einer seiner Flügel bei jedem Schlage leicht das geschwärzte Papier berührte. Auf diese Weise hinterlässt jeder Flügelschlag an der Stelle, wo er den Cylinder trifft, ein Merkzeichen, indem der Russ dort hinweggefegt wird. Hat der Cylinder sich einmal um seine Axe gedreht, dann trägt er einen Kranz solcher Merkzeichen, und es lässt sich aus der Zahl derselben leicht berechnen, wie oft der Flügel in der Sekunde geschlagen hat, da wir wissen, dass der Cylinder $1^1/_2$ Sekunde zu einer einmaligen Umdrehung gebraucht.

Um ein genaues Resultat zu erhalten, müssen wir die Fehlerquellen der Methode kennen und zu vermeiden wissen. Schlagen die Flügel zu heftig auf den Cylinder auf, so ermüdet das Insekt leicht und ist fernerhin nicht imstande, die Maximalzahl der Flügelschläge zu erreichen; dies geschieht nur dann, wenn die Flügel auf der berussten Oberfläche des Cylinders nur punktförmige Eindrücke zurücklassen. Ebenso werden die Flügelschläge geringer, wenn ihre Amplitude, das heisst ihre Schlagweite grösser wird; dann hat der Flügel erstens bei einem einzelnen Schlage einen weiteren Weg zurückzulegen und zweitens einen grösseren Widerstand der Luft zu überwinden; beides verlangsamt seine Bewegung.

Unter Vermeidung aller solcher Fehlerquellen stellte Marey die Zahl der in einer Sekunde ausgeführten Flügelschläge einiger Insektenarten fest. Darnach macht in einer Sekunde

eine	Fliege *(Musca domestica)*	330	Flügelschläge,
„	Hummel *(Bombus)*	240	„
„	Biene *(Apis mellifica)*	190	„
„	Wespe *(Vespa vulgaris)*	110	„
„	Libelle *(Libellula)*	28	„
ein	Schmetterling (Kohlweissling, *Piris brassicae)*	9	„

Beide Flügel oder Flügelpaare eines Insekts wirken gleichzeitig (synchronisch) und haben dieselbe Zahl der Schläge. An soeben abgetöteten Insekten können wir dies leicht nachweisen, indem wir einen der Flügel heben; es macht dann der Flügel der anderen Seite diese Bewegung mit.

Um die Figur zu erkennen, welche der Flügel während des Fluges beschreibt, vergoldete Marey die Flügelspitzen eines Insekts und liess das Tier im Sonnenlicht flattern. Die Flügelspitzen zeich-

neten dann leuchtende Figuren, welche alle auf die Form einer lang ausgezogenen Acht (8) zurückführbar waren. Oft ist diese Achterfigur in vertikaler Richtung so ausgezogen, dass der Flügel vertikal auf und ab zu schwingen scheint, doch im nächsten Augenblick tritt die Form der 8 um so deutlicher hervor. Oft verbreitert sich der untere Abschnitt in auffälliger Weise. Diese Verbreiterung kann so weit gehen, dass der obere Abschnitt der 8 im Verhältnis zum unteren fast auf Null reduziert erscheint; die Flügelspitze bewegt sich dann scheinbar in einer Ellipse. Dass der Insektenflügel während des Fluges in der Form einer 8 sich bewegt, ist bereits vor Marey von Pettigrew nachgewiesen worden.



Fig. 258. Die von der Flügelspitze während des Fluges beschriebene Figur (Achterfig.). Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der Flügelspitze an. — Nach Marey.

Um zu bestimmen in welcher Richtung die Flügelspitze die Achterfigur beim Auf- und Niederschlagen bildet, nehmen wir nach Mareys Vorschrift ein kleines abgeschliffenes Glasstäbchen, schwärzen dessen Spitze an einer Kerzenflamme und nähern das Stäbchen dem schlagenden Insektenflügel so, dass seine Längsaxe senkrecht zu der Richtung steht, in welcher der Flügel sich bewegt. Hat die Spitze des Stäbchens die Flugebene des Insektenflügels erreicht, dann wird sie von dem schlagenden Flügel getroffen und an der betreffenden Stelle des anhaftenden Russes beraubt. Wiederholen wir dieses Verfahren öfter und beobachten dabei, in welchem Bildungsstadium der Achterfigur sich der Flügel befindet, dann können wir aufs genaueste konstatieren, welche Abschnitte der Achterfigur der Flügel beim Auf- und Niederschlag durchläuft. Die beistehende Figur (Fig. 258) zeigt das besser als eine lange Beschreibung.

Die leuchtende Flügelspitze zeigt bei der Flugbewegung ausserdem, dass die Flügelfläche nicht auf- und absteigt, sondern dabei ihre Richtung wechselt; denn beim Aufschlagen des Flügels schaut dessen Oberfläche schräg nach hinten, beim Niederschlagen schräg nach vorn. Eben hierdurch wird die Achterfigur erzeugt.

Diese wechselnde Flügelstellung während des Fluges wird nach Mareys Ansicht nicht durch die Flugmuskeln erzeugt, sondern durch den Einfluss der Luft auf den bewegten Flügel hervorgerufen. Wenn wir einen Insektenflügel ausreissen und an seinem Stiel senkrecht durch die Luft bewegen, so bemerken wir, dass der Vorderrand des Flügels diese Bewegung aufs genaueste mitmacht; denn die starke Vorderrandader des Flügels widersteht dem auf ihn einwirkenden Luftdruck. Anders verhält sich der zarte membranöse Hinterteil des Flügels, welcher dem auf ihn einwirkenden Luftstrome nachgiebt. Blasen wir von oben auf diesen Flügelteil, so wird er nach unten gedrückt; und umgekehrt, wenn wir von unten blasen, steigt er in schräger Richtung nach oben auf. Genau in derselben Weise

wirkt der Luftdruck auf den vom Insekt selbst bewegten Flügel ein; indem er den hinteren Flügelrand beim Niederschlag nach oben drückt, bewirkt er in diesem Stadium der Bewegung, dass die Oberfläche des Flügels schräg nach vorn schaut, und umgekehrt drückt er beim Aufschlag den hinteren Flügelteil nach unten, so dass die Oberfläche schräg nach hinten schaut. Ist die Flugbewegung eine energische, so wirkt auch der Luftdruck auf den Vorderrand des Flügels dementsprechend. Vermöge der Einwirkung der Luft auf den Flügel während des Fluges wird also das Zustandekommen der Achterfigur der Flügelspitze vermittelt.

Durch die geschilderten Flugbewegungen, indem die synchronisch bewegten Flügel jeder Seite Figuren von der Form einer 8 beschreiben, bewegt sich das Insekt in der Luft fort, und zwar nicht nur aufwärts, sondern zugleich in horizontaler Richtung, also nach vorn. Indem der Flügel schräg nach vorn gerichtet beim Niederschlagen die Luft nach unten drückt, erhält er einen Rückstoss schräg nach vorn und oben; und indem er nunmehr beim Aufschlag schräg nach hinten gerichtet die Luft nach oben drängt, erhält er einen Rückstoss in der Richtung schräg nach unten und vorn. Aus beiden Rückstössen kombiniert sich die Bewegung des Insekts nach vorn oder nach oben und vorn.

Wie schon aus dieser Darlegung zum Teil hervorgeht, beruht die Möglichkeit des Fluges bei den Insekten, aber auch bei allen übrigen fliegenden Tieren auf einer gewissen Widerstandsfähigkeit des Vorderrandes des Flugorgans und auf einer allmählichen Verminderung derselben nach hinten zu. Praktische Versuche bestätigen, dass nur dann eine Flugbewegung möglich ist, wenn das dieselbe vermittelnde Organ durch eine derbere Beschaffenheit seines Vorderrandes befähigt ist, den Luftdruck zu überwinden (Girard). Wenn wir zum Beispiel durch Auftragung von Gummi arabicum den Hinterrand des Flügels einer Libelle so verdicken, dass er dem Vorderrande an Stärke gleichkommt, so ist das Insekt nicht imstande zu fliegen. Das kommt nicht von der Beschwerung des Flügels, denn wenn der Vorderrand mit einer gleichen Masse des Klebstoffs bestrichen wird, so wird das Flugvermögen nicht beeinträchtigt. Aus diesem Grunde sind auch die Flügeldecken der Käfer zum Fliegen an und für sich untauglich. Agrionen können mit dem vorderen Flügelpaar oder mit dem hinteren fast ebenso gut fliegen, als mit beiden Flügelpaaren zusammen. Auch dürfen die Flügel dieser Insekten unbeschadet ihres Flugvermögens schon vor der Mitte ihrer Länge abgeschnitten werden. Bei den Phryganiden, Lepidopteren und Hymenopteren sind die Vorder- und Hinterflügel meist nur in ihrer Vereinigung befähigt, den Flug zu vermitteln. Mit den Hinterflügeln allein können diese Insekten nicht fliegen. Aber Tagschmetterlinge, *Catocala*-Arten und Bombyciden fliegen nach Abtragung der Hinterflügel. Auch

die Schwingkölbchen der Dipteren sind beim Fluge nötig (vergl. S. 261), da deren Abtragung die Flugkraft beeinträchtigt.

Es frägt sich, was die Flügeldecken den Käfern beim Fliegen nützen. Frhr. v. Ungern-Sternberg glaubt, dass den Flügeldecken die wichtige Aufgabe zufällt, den betreffenden Insekten das Fliegen überhaupt zu ermöglichen, und versucht in seiner Abhandlung „Betrachtungen über die Gesetze des Fluges" den Beweis zu führen, dass das Fliegen in allmählich aufsteigender oder auch horizontaler Richtung vergleichbar ist dem Sichaufwärtsschieben auf einer schiefen Ebene, die stetig in einer zu ihrer Fläche senkrecht stehenden Richtung sinkt. Hieraus aber ergiebt sich, dass, je grösser die Bauchfläche des fliegenden Insekts ist, um so langsamer auch das Sinken desselben in der zu der Bauchfläche senkrecht stehenden Richtung sein muss. Die alleinige Bauchfläche genügt schweren Insekten nicht zur Herstellung des richtigen Verhältnisses zwischen Vorwärtsbewegung in der Richtung der Längsaxe des Insekts und dem Sinken in der zu der Bauchfläche senkrecht stehenden Richtung. Die Körperfläche wird aber vergrössert durch Ausbreitung der Flügeldecken, und hierdurch wird das eben erwähnte richtige Verhältnis hergestellt.

Ein Käfer, dem die Flügeldecken abgenommen oder stark verkürzt sind, ist nicht mehr imstande ordentlich zu fliegen.

Aus der Darlegung geht hervor, dass infolge der Ausdehnung der Bauch- bezw. Grundfläche die Kraft, deren das Insekt zum Fliegen bedarf, keineswegs so gross zu sein braucht, als die auf den Körper einwirkende Schwerkraft ist.

Chabrier bezeichnet die unterseits oft schalenartig ausgehöhlten Flügeldecken der Käfer als Windfänger, welche, vom Luftstrom erfasst, das Insekt durch die Luft tragen. Man vergleiche ferner über die Flügeldecken als Regulatoren des Schwerpunktes beim Fluge S. 386.

Die Beobachtung der Insekten während ihres Fluges lehrt uns, dass sie sich hinsichtlich der Flugbewegung der beiden Flügelpaare in zwei Kategorien teilen lassen (vergl. Poujade):

1. in solche, deren beide Flügelpaare selbständig, gleichsam von einander unabhängig, beim Fluge thätig sind; es sind die Libelluliden, Perliden, Sialiden, Hemerobiiden, Myrmeleontiden, Acridiiden, Locustiden, Blattiden, Termiten etc.
2. in solche, deren Vorder- und Hinterflügel jederseits zusammen wie ein Flügel wirken, da sie vermittelst kleiner Haken (hamuli) miteinander verbunden sind, z. B. bei gewissen Hymenopteren, oder auf andere Weise aneinander haften (vergl. S. 255). Hierher gehören die Hymenopteren, Lepidopteren, Trichopteren, Cicadiden, Psociden etc.

Dementsprechend stimmt auch die Muskulatur des Meso- und Metathorax bei jenen Insekten überein, deren beide Flügelpaare einander gleichen und beim Fluge selbständig thätig sind, z. B. bei den Libelluliden (Fig. 254, 255). Dagegen überwiegt in dem zweiten Falle, wo die Vorder- und Hinterflügel nur wie ein Flügelpaar wirken und die Vorderflügel meist grösser sind als die hinteren (ausser bei den meisten Trichopteren), die Muskulatur des Mesothorax diejenige des Metathorax.

Nicht zu jenen beiden Kategorien gehören die Käfer, deren Flügeldecken als eigentliche Flugorgane, wie vorhin dargelegt, nicht direkt zur Verwendung kommen, und die Dipteren (Fliegen, Mücken), welche nur ein Flügelpaar besitzen. Bei den Käfern sind die Hinterflügel, bei den Dipteren die Vorderflügel als eigentliche Flugorgane ausgebildet. Beachtenswert ist es, dass die Dipteren die besten Flieger sind, und dass auch diejenigen Insekten, deren beide Flügelpaare physiologisch einem Flügelpaare gleichkommen, flugtüchtiger sind, als diejenigen Insekten, deren beide Flügelpaare unabhängig voneinander arbeiten. Eine Ausnahme bilden die energisch fliegenden Libelluliden, bei denen indes die anders ausgebildete Flugmuskulatur (S. 367) die Flugtüchtigkeit erklärt.

Wie die Insekten beim Fluge die Richtung ändern.

Jedes fliegende Insekt kann beim Fluge die Richtung ändern, es kann nach Belieben nach links und rechts, aufwärts und abwärts, geradezu fliegen und vollständige Wendungen machen. Jousset de Bellesme hat durch zahlreiche Versuche an Insekten aller Ordnungen nachgewiesen, dass die Richtung durch die Haltung des die Luft teilenden Körperteiles, des Kopfes und der Brust, bestimmt wird. Diese Haltung hängt ab von der Lage des Schwerpunktes und der Axe der Ausspannung. Wenn auch beide Elemente bei manchen Insekten beweglich sind, so ist es doch meist der Schwerpunkt allein, der sich verschiebt.

Bevor wir den Richtungsapparat der verschiedenen Insekten kennen lernen, führen wir uns eine kleine Zahl von absonderlichen Insekten vor, bei denen die Bewegungs- und Richtungsfunktionen zusammenfallen. Es sind die Wasserjungfern oder Libelluliden. Die Ursache dieser Eigentümlichkeit ist in dem Umstande zu suchen, dass, wie in einem früheren Kapitel dargelegt ist, im Gegensatze zu dem gewöhnlichen Verhalten, die sämtlichen Flugmuskeln mit den Flügeln selbst verbunden sind. Der sehr gute Flug dieser Insekten lässt sich mit demjenigen der Vögel vergleichen. Der lange und biegsame Hinterleib nimmt indes teil an der Modification der Bewegungen.

Wahrscheinlich sind auch die Schmetterlinge (Lepidoptera) in dieselbe Kategorie einzureihen; denn die Bewegungen ihrer Flügel

haben grosse Aehnlichkeit mit denjenigen der Vögel; aber die Anatomie ihrer Brustmuskeln ist zu wenig bekannt, um diese Verhältnisse mit einiger Sicherheit beurteilen zu können.

Die Hymenopteren weisen eine deutliche Trennung zwischen den Funktionen der Fortbewegung und des Richtens auf. Die Ausspannungsaxen der Flügel sind unbeweglich geworden, diese dienen einzig der Fortbewegung. Aber der gestielte Hinterleib kann sehr verschiedene Lagen einnehmen und den Schwerpunkt des Körpers stets verändern; er kann aufwärts gebogen, geradeaus gestreckt und nach unten gebogen werden (Cynipidae, Ichneumonidae). Bei jeder dieser Lagen des Hinterleibes verschiebt sich der Schwerpunkt. Wenn diese Bewegungen des Hinterleibes verhindert werden, fliegt das Insekt noch, aber es ist ihm nicht möglich, seinen Flug zu richten. Bei manchen Hymenopteren nehmen die verlängerten Hinterbeine an der Verschiebung des Schwerpunktes teil.

Ganz anders verhält es sich bei den Orthopteren. Bei diesen ist der Hinterleib wenig beweglich. Die Hinterbeine würden ausschliesslich die Funktion des Richtens übernehmen, wenn sie nicht bereits differenziert wären inbezug auf eine andere gleichfalls zur Ortsbewegung gehörende Funktion, den Sprung. Es folgt hieraus, dass diese Organe sich schlecht für die Funktion des Richtens eignen; in der That machen die Locustiden und Acridiiden (Heuschrecken) schlechte Evolutionen.

Bisher sind die beiden Flügelpaare der Funktion der Bewegung bestimmt geblieben. Bei den Insekten, von denen wir nun sprechen wollen, erfolgt die Funktion des Richtens nicht mehr an Organen, welche andere Funktionen beibehalten und sich zu dieser Nebenleistung hergeben, sondern sie sucht sich an Organen auszubilden, welche ihr eigentümlich werden. Es ist das ein Flügelpaar, das der Bewegungsfunktion entfremdet, ein Richtungsorgan wird.

Bei den Coleopteren (Käfer) z. B. dient nur das hintere Flügelpaar dazu, das Insekt schwebend zu halten; die Stützfläche findet sich dadurch beträchtlich vermindert und der Flug ist träge geworden; aber dieser Nachteil wird kompensiert durch die Zunahme der Fläche, welche dieses nicht modificierte Flügelpaar zeigt: es wird nämlich so gross, dass das Insekt gezwungen ist, es in der Ruhe zusammenzufalten. Der Hinterleib der Coleoptera ist eng verbunden mit der Brust und daher wenig beweglich; diese Eigenschaft ist nicht mehr notwendig, da ein besonderes Organ, die Flügeldecke, zur Verschiebung des Schwerpunktes bestimmt wird. Während des Fliegens über den Thorax gehoben, bildet sie eine kleine bewegliche Masse, die über dem Schwerpunkte liegt, und deren kleinste Verschiebungen auf die Lage dieses Centrums Einfluss haben. Die Entfernung der Flügeldecken lässt die Bewegungsfunktion zwar nicht völlig unberührt; aber das Insekt richtet seinen Flug nicht mehr, der stets entweder niedersteigend oder horizontal, oder aufsteigend

ist, je nach dem Orte, den der Schwerpunkt nach dem Versuche einnimmt. Plateau hat sehr schön gezeigt, dass die normale Lage dieses Punktes bei verschiedenen Spezies und oft auch bei beiden Geschlechtern derselben Spezies eine verschiedene ist, bei derselben Art und demselben Geschlecht aber immer sich gleich bleibt. (S. 384.)

Die Cetoniden (Rosenkäfer) fliegen mit geschlossenen Flügeldecken, während die Flügel ausgespannt sind: eine interessante Thatsache, denn die Flügeldecke wirkt in diesem Falle auf die Ausspannungsaxe, was einen Uebergang bildet zu dem Zustande vollkommener Differenzierung, den wir bei der folgenden Gruppe treffen werden.

Bei den Dipteren (Zweiflügler) ist die Richtungsfunktion am besten entwickelt; denn das zweite Flügelpaar ist umgewandelt in ein besonderes Organ für die Funktion des Richtens, die Richtungskölbchen (Schwingkölbchen, Schwinger, Halteren). So sehen wir bei diesen Tieren die Fähigkeit sich zu richten zu einer merkwürdigen Vollkommenheit gelangen. Ein einziges Paar Flügel bleibt, um die Arbeit der Bewegung zu verrichten, und da sie nicht sehr gross sind, so wird die Abnahme der Stützfläche hier kompensiert durch die Zunahme der Zahl der Schwingungen. Jousset de Bellesme hat experimentell nachgewiesen, dass das Richtungskölbchen dadurch wirkt, dass es die Ausspannungsaxe verschiebt. Die Entfernung dieses Organes hat einen verhängnisvoll niedersteigenden Flug zur Folge (S. 261), weil der normale und unveränderliche Ort des Schwerpunktes vor der Ausspannungsaxe liegt, und das Tier dann nicht mehr das eine oder andere Element der Flugrichtung verändern kann, zumal der Hinterleib wenig beweglich ist. Kommen wir dem Insekt zu Hilfe, indem wir an den Hinterleib ein kleines Gewicht befestigen, welches den Schwerpunkt um die notwendige Grösse nach hinten zurückführt, so ist es dem des Richtungskölbchens beraubten Tiere wieder möglich, in allen Richtungen zu fliegen.

Neuerdings untersuchte Weinland die Richtungsfunktionen der Richtungskölbchen der Dipteren. Vermöge seiner doppelten Gelenkverbindung und seiner vier Muskeln kann das Richtungskölbchen eine doppelte Bewegung ausführen, eine auf- und niedergehende und eine rotierende. Sofern sich beide Richtungskölbchen in gleicher Weise bewegen, bewirken Aenderungen in der Geschwindigkeit dieser Bewegung Unterschiede in der Richtung des Fluges des Tieres in der vertikalen Ebene. Bewegt sich jedoch das Richtungskölbchen der einen Seite in einer anderen Ebene als das der anderen Seite, so macht die Fliege eine Wendung. Die am Grunde der Richtungskölbchen befindlichen Sinnesorgane vermitteln die Bewegungen desselben, regeln also das Steuervermögen der Fliege.

Hinsichtlich der Ausbildung der Richtungsfunktionen haben die Dipteren die höchste Stufe erreicht, während die Orthopteren auf den unteren Entwicklungsstufen stehen geblieben sind.

Die Vibrationen der Flügel, welche wir in nächster Nähe beobachten können, wenn wir ein Insekt an den Flügeln der einen Körperseite zwischen den Fingern halten und die zitternd schwingende Bewegung der Flügel der anderen Körperseite betrachten. Diese Vibrationen sind die Wirkung der Muskelthätigkeit. Wenn wir einer lebenden grossen Wasserjungfer, etwa einer *Aeschna*, die Körperhaut des Brustkastens an einer Seite abnehmen, so sehen wir die dicken direkten Muskelbündel. Diese Muskeln sind in vibrierender Bewegung, so lange die Flügel vibrieren, und ohne Bewegung, sobald sich die Flügel in der Ruhelage befinden.

Es ist aber vielleicht nicht ausgeschlossen, dass die auf irgend eine Weise, z. B. durch Töne erzeugten Schwingungswellen der Luft die Bewegung der Flügel beeinflussen können. Hierauf bezieht sich eine Beobachtung, über welche Baron von Osten-Sacken folgendes mitteilt: „Wenn man mitten in einer von Mücken gebildeten Wolke sich befindet und in der Nähe irgend ein musikalisches Instrument spielen hört, so wird man jedesmal, wenn die Note A (la) ertönt, sein Gesicht von vielen Mücken zugleich berührt fühlen. Es ist, als ob bei dieser Note eine Zuckung den ganzen Schwarm durchbebte. Diese Beobachtung teilte mir ein amerikanischer Naturforscher mit. Ich bin zwar nicht in dem Falle gewesen, dieselbe zu wiederholen, allein es scheint mir leicht erklärlich, dass die Schwingungswellen der Luft auf die schwingende Bewegung der Flügel reagieren können. In diesem Falle wäre es auch nicht unwahrscheinlich, dass bei verschiedenen Mückenarten andere Töne notwendig sein werden, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, da der Flügelschlag einer jeden Art wohl ein anderer ist.“ (Stettin. Entom. Zeit. 1861. S. 52.)

Beim Abfliegen verhalten sich die Angehörigen der verschiedenen Ordnungen sehr verschiedenartig. Die einen können sich leicht erheben, weil ihre Flügel stets flugbereit und oft ganz ausgebreitet sind; den anderen verursacht das Abfliegen grössere Mühe und einen ziemlich langen Zeitaufwand, z. B. den meisten Käfern. Diese strecken erst den Kopf und die Fühler, lüften ein wenig die Flügeldecken, lassen kräftige Atembewegungen erkennen, um sich für den Flug mit dem nötigen Luftvorrat zu versehen, und erheben sich endlich in die Luft. Die Heuschrecken und gewisse Uferwanzen (*Salda*) machen einen Sprung und breiten während des Sprunges die Flügel aus, um eine mässige Strecke weit in der Richtung des Sprunges zu fliegen.

Die Dauer, die Schnelligkeit, die Beweglichkeit, die Variationen, die Tonhöhe des Fluges, die durch den Nahrungserwerb, das Geschlechtsleben und andere Einflüsse bedingte besondere Ausbildung des Fluges, der nebenbei vom Bau der Flugwerkzeuge ausserordentlich abhängig ist (S. 254): alle diese Verhältnisse sind bei den An-

gehörigen jeder Art speziell ausgebildet, so dass der Kenner die Spezies am Fluge erkennen kann. Fr. Ris (Titel seiner Abhandl. hinten) beschrieb die Eigentümlichkeiten des Fluges jeder der 69 Libellulidenarten der Schweiz.

Die Mannigfaltigkeit der Flugarten ist indes so gross, dass sie nicht mit wenigen Worten abgehandelt werden kann. Thatsächlich ist dieses Wissensgebiet noch schlecht gepflegt; die Kenntnis des Insektenfluges steht weit zurück hinter derjenigen der Vögel. Der Flug dieser warmblütigen Wirbeltiere ist trotz mancher Uebereinstimmung ziemlich verschieden von dem jener Wirbellosen, denen die Vorzüge in der Bildung der Flugorgane der Ersteren fehlen. Namentlich besitzen die Insekten nicht die Fähigkeit, ihre Flügel nach Bedarf zu verkürzen oder zu verbreitern. Im Speziellen ist daher das Segelvermögen bei den Insekten wenig ausgebildet. Es giebt unter den Schmetterlingen gute Segler, z. B. den Segelfalter und den Schwalbenschwanz (*Papilio podalirius* und *machaon*), welche jedoch hinter den Vögeln zurückstehen. Sie können bei ruhigem Wetter und mit dem Winde weite Strecken ruhig gleitend zurücklegen; doch können sie nicht kreisen, wie der Bussard und der Milan, obgleich sie dieselbe Segelgrösse haben wie diese. Vergl. K. Müllenhoff, Die Grösse der Flugflächen.

Recht oft können wir das Schweben gewisser Fliegen (*Syrphus*, *Stratiomys*, *Tabanus*, *Anthrax*, *Homalomyia*) beobachten; das ist die Erscheinung, dass die Insekten an einer Stelle in der Luft unverrückt mit unsichtbarem, rüttelndem Flügelschlage verharren. Die Flügelschläge einer schwebenden Fliege sind ohne Zweifel viel zahlreicher als beim gewöhnlichen Fluge und kosten dem Insekt grössere Anstrengung. Alle Fliegen, welche die Gewohnheit haben, zu schweben oder zu „rütteln“, besitzen ein eigentümliches Flügelgeäder. Der ausgezeichnete Beobachter Baron v. Osten-Sacken teilte dem Verfasser freundlichst mit, dass in allen jenen und noch anderen Gattungen Adern dem Hinterrande des Flügels parallel verlaufen, wodurch ein gewisser Ausgleich mit den dem Vorderrande parallel laufenden Adern zu stande kommt. Auch grosse, auf der Stirn zusammenstossende Augen (holoptisch), welche durch eine Leiste geteilt sind, zeichnen die mit einem Schwebevermögen ausgestatteten männlichen Dipteren aus. Ferner sind es stets borstenlose, der Macrochäten ermangelnde Fliegen, welche zu schweben lieben. Die den Körper bekleidenden Borsten (Macrochäten) sind Orientierungsorgane, welche bei allen Fliegen vorkommen, welche sich viel vermittelst der Füsse fortbewegen oder schlechte Flieger sind. Unter den macrochäten Dipteren giebt es kaum holoptische Männchen; denn das Schwebevermögen und grosse Augen bedingen sich gegenseitig; diese nützen der Fliege während des schwebenden Fluges, nicht aber Orientierungsborsten (Osten-Sacken). Jene Organisation begleitet indes nur die für Schwebfliegen charakteristische

Beschaffenheit der Flügel, beziehungsweise des Flügelgeäders, welche dem Schwebevermögen zu grunde liegt.

Wie überhaupt die Neuration (Bildung des Geäders) der Flügel der Insekten auf die Art des Fluges von Einfluss ist, davon haben wir noch wenig Kenntnis. Vergl. hierzu S. 254.

Hiermit verlassen wir dieses umfangreiche Kapitel der Insektenbiologie, welches noch sehr viele Lücken aufweist und noch zahlreiche Entomologen beschäftigen wird. Wie wichtig die Erforschung des Insektenfluges in seinen zahlreichen Modifikationen ist, geht schon aus dem Umstande hervor, dass das Flugvermögen der vornehmste Charakter derjenigen Arthropoden ist, welche Insekten genannt werden, diese merkwürdigen Tierchen, deren Flugvermögen auch ferner von der Sonnenwärme vielfach so sehr beeinflusst wird, dass bewölkter Himmel und trübe Atmosphäre der Lebhaftigkeit des Fluges ein auffallendes Hindernis entgegensetzen.

Litteratur.

Marey, E. J., La machine animale. Locomotion terrestre et aérienne. Paris, G. Baillière. 1874.

—, —, Mémoire sur le vol des insectes et des oiseaux. Mit 42 Textfig. (Annal. Scienc. natur. 5. sér. Zool. T. 12. 1869. S. 49—150; 5. sér. Zool. T. 15. 1872. art. 13.)

—, —, Note sur le vol des insectes. (Compt. Rend. et Mém. Soc. d. Biol. Paris. 4. sér. T. 5. 1869. C. R. S. 136—139.)

—, —, Recherches sur le mécanisme du vol des insectes. (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. 6. Année. 1869. S. 19—36, 337—348.)

—, —, Ueber den Flug der Insekten. (Ausland. 42. Jahrg. 1869. S. 287—288; 43. Jahrg. 1870. S. 738—739; Lotos. 21. Jahrg. 1871. S. 213; Naturforscher. 2. Jahrg. 1869. S. 70—71; 171—172.)

Wood-Mason, J., On the final stage of development of the organs of flight in the homomorphous Insects. (Ann. a. Mag. nat hist. 4. Ser. Vol. XIX. 1877. S. 380—382. — Aus: Proceed. Asiat. Soc. Beng. 1877. S. 54—56.)

Hartings, Ueber den Flug. (Niederländ. Archiv f. Zoologie. Bd. IV. Leiden, 1877/78.)

Lucy, Le vol des oiseaux, chauvesouris et insectes.

Tatin, V., Expériences physiologiques et synthétiques sur le mécanisme du vol. (Ecole prat. d. haut. étud. Physiol. expérim. Trav. du laborat. de Marey. 1877. S. 293—302.)

—, —, Expériences sur le vol mécanique. Mit Fig. (Ebenda, 1876. S. 87—108.)

Bellesme, Jousset de, Recherches expérimentales sur les fonctions du balancier chez les Insectes Diptères. Paris, 1878. 96 S. mit Fig.

—, —, Sur une fonction de direction dans le vol des insectes. (Compt. Rend. T. 89. 1879. S. 980—983. — Naturforscher. 13. Jahrg. 1880. S. 54—55.)

Pettigrew, J. B. Bell, On the mechanical appliances by which Flight is attained in the Animal Kingdom. (Transact. Linn. Soc. 1868. Bd. 26. Pt. I. S. 197—277. Mit 4 Taf.)

—, —, On the Physiology of Wings. (Transact. Roy. Soc. Edinburgh, 1871. Bd. 26. S. 321—446.)

—, —, Die Ortsbewegungen der Tiere. Mit 131 Fig. Autoris. deutsche Ausg. Leipzig, Brockhaus. 1875. X u. 230 S. (Internat. wissensch. Bibl. v. J. Czermak u. J. Rosenthal. Bd. 10.)

Lendenfeld, R. v., Der Flug der Libellen. (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 83. 1881. S. 289—376. Mit 7 Taf. — Zool. Anz. 1880. S. 82.)

Girard, M., Note sur diverses expériences relatives à la fonction des ailes chez les insectes. (Ann. Soc. Ent. France. 4. Sér. T. 2. 1862. S. 153—162. — Gerstaecker, Bericht S. 13—14.)

Mühlhäuser, F. A., Ueber das Fliegen der Insekten. (22. bis 24. Jahresber. d. Pollichia. 1866. S. 37—42.)

Plateau, F., Recherches expérimentales sur la position du centre de gravité chez les insectes. (Archiv d. Scienc. phys. et natur. d. Genève. Nouv. période. T. 43. 1872. S. 5—37.)

—, —, Ueber die Lage des Schwerpunktes bei den Insekten. Auszug. (Naturforscher v. Sklarek. 5. Jahrg. 1872. S. 112—113.)

—, —, Recherches physico-chimiques sur les articulés aquatiques. (Bull. d. l'Acad. Roy. Belg. Vol. XXXIV. S. 274 ff.)

—, —, Qu'est-ce que l'aile d'un Insecte. Avec pl. (Stett. Ent. Zeit. 1871. S. 33—42.)

—, —, L'aile des insectes. (Journ. d. Zool. T. 2. 1873. S. 126—137.)

Moleyre, L., Recherches sur les organes du vol chez les Insectes de l'ordre des Hemiptères. (Compt. rend. hebdom. d. séanc. de l'Acad. d. Scienc. de Paris, 1882. T. 95. S. 349—352.)

Müllenhoff, K., Die Grösse der Flugflächen. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie. 1884. Bd. 35. S. 407—453.)

—, —, Die Ortsbewegungen der Tiere. Wissensch. Beil. z. Programm d. Andreas-Realgymnas. Berlin, 1885. 19 S.

Krarup-Hansen, C. J. L., Beiträge zu einer Theorie des Fluges der Vögel, Insekten und Fledermäuse. Copenhagen u. Leipzig, Fritsch, 1869. 48 S.

Strasser, H., Ueber die Grundbedingungen der aktiven Locomotion. Mit Holzschn. (Abhandl. d. naturf. Gesellsch. Halle, 1880. 15. Bd. S. 121—196.)

—, —, Mechanik des Fluges. Mit 1 Taf. (Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1878. S. 319—350.)

Chabrier, J., Essai sur le vol des Insectes. (Mém. d. Musée d'Hist. nat. 1820. T. 6. S. 410—476. 4 Taf.; 1821. T. 7. S. 297—372. 5 Taf.; 1822. T. 8. S. 47—99. 3 Taf., S. 349—403. 1 Taf.)

Poujade, G. A., Note sur les attitudes des Insectes pendant le vol. (Ann. Soc. Ent. France. 1884. 6. Sér. T. 4. S. 197—200. Mit 1 Taf.)

Saussure, H. de, Mémoires pour servir à l'histoire naturelle du Mexique. 3. et 4. livr. Orthoptères, Blattides. 1863.

Amans, P., Essai sur le vol des Insectes. (Revue d. Sc. Nat. Montpellier. 3. Sér. T. 2. 1883. S. 469—490. Mit 2 Taf.; T. 3. 1884. S. 121—139. Mit 3 Taf.)

—, —, Étude de l'organe du vol chez les Hymenoptères. (Ebenda. T. 3. S. 485—522. Mit 2 Taf.)

—, —, Comparaisons des organes du vol dans la série animale. Des organes du vol chez les Insectes. (Annal. d. Scienc. nat. Zool. VI. Ser. T. XIX. Art. No. 2. S. 1—222. Mit 8 Taf.)

Krancher, O., Die Töne der Flügelschwingungen unserer Honigbiene. (Deutscher Bienenfreund. 1882. 18. Jahrg. S. 197—204.)

Landois, H., Ueber das Flugvermögen der Insekten. (Natur und Offenbarung. 6. Bd. 1860. S. 529—540.)

Ungern-Sternberg, von, Betrachtungen über die Gesetze des Fluges. (Zeitschr. d. Deutschen Vereins z. Förderung d. Luftschiffahrt. — Naturwissensch. Wochenschrift v. Potonié. 4. Bd. 1889. S. 158.)

Baudelot, E., Du mécanisme suivant lequel s'effectue chez les Coléoptères le retract des ailes inferieures sous les élytres au moment du passage à l'état de repos. (Bull. Soc. d. Scienc. nat. Strassbourg. 1. Année, 1868. S. 137—138.)

Ris, Fr., Die Schweizerischen Libellen. Schaffhausen, 1885. (Beiheft der Mitteil. d. Schweiz. Ent. Ges. 7. Bd. S. 35—84.)

Osten-Sacken, C. R. von, An Essay of comparative Chaetotaxy, or the arrangement of characteristic bristels of Diptera. (Transact. Ent. Soc. London, 1884. S. 497—517.)

Weinland, E., Ueber die Schwinger (Halteren) der Dipteren. (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. 1890. 51. Bd. S. 55—166. Mit 5 Taf.)

—, —, Beitrag zur Kenntnis des Baues des Dipterenschwingers. Inaug.-Dissert. 51 S. Berlin, 1890.

Die Bewegungen der Insekten vermittelst der Beine.

Die Fortbewegung des Insekts vermittelst der Beine ist ein Gehen (Kriechen und Laufen), Springen und Schwimmen. Wir haben schon vorn (S. 378) in allgemeinen Zügen dieses Kapitel berührt. Das Gehen oder das Forttragen des eigenen Körpers ge-

schieht durch das abwechselnde Vorwärtssetzen der Vorderbeine und das abwechselnde Nachschieben des Körpers vermittelst der Mittel- und Hinterbeine. Es werden dabei erst das rechte Vorderbein und zugleich das linke Mittelbein und rechte Hinterbein vorgesetzt; und während der Körper vorwärts gestossen wird, das linke Vorderbein und zugleich das rechte Mittelbein und linke Hinterbein gehoben und vorgesetzt. Das Insekt ruht beim Gehen stets auf einem für das Gleichgewicht des Körpers durchaus nötigen Dreieck, welches gebildet wird von den beiden äussersten Beinen der einen Seite und dem mittleren Beine der anderen Seite, während es die drei übrigen hebt und vorwärts bewegt. (Carlet.)

Die Fortbewegungsweise vermittelst der Beine, das Gehen, entspricht der Stellung derselben in Bezug auf den Körper; die Vorderbeine sind nach vorn, die Mittel- und Hinterbeine nach hinten gerichtet. Wenn daher das Insekt sich zum Gehen anschickt und die drei erwähnten Beine, nämlich das vorderste und hinterste der einen und das mittlere der anderen Seite, vorwärts bewegt und auf die Grundlage setzt, so ist das Vorderbein gestreckt, aber das Mittel- und Hinterbein sind gebeugt. Der Körper wird nun durch das vorgesetzte Vorderbein gezogen und durch das aufgesetzte Mittelbein der einen und das Hinterbein der anderen Seite vorwärts geschoben. Unmittelbar darauf treten die drei anderen Beine in dieselbe Thätigkeit.

Es ist bemerkenswert, dass bei allen Bewegungen, welche die Insekten ausführen, auch die Fühler in Thätigkeit treten, indem sie aus der Ruhelage hervorgeholt und aufgerichtet werden. Es macht den Eindruck, als ob eine Bewegung von der Stelle nicht ohne eine gewisse Mitwirkung der Fühler möglich wäre. Man vergl. S. 194.

Wenn Insekten durch Abtrennen der beiden mittleren Beine vierfüssig gemacht werden, so lässt sich bei ihrer Fortbewegung folgendes beobachten. Bei langsamem Gange sind vier Tempi zu erkennen, die weder mit dem normalen Schritte der Säugetiere, noch mit dem der vierfüssigen Reptilien und Batrachier übereinstimmen. Es ist erklärlich, dass auch der Körper des verstümmelten Insekts beim Gehen stets auf drei Füssen ruht. Beim ersten Tempo hebt es das vordere rechte Bein, beim zweiten das hintere linke Bein, beim dritten das vordere linke und beim vierten das hintere rechte Bein. Wenn der Gang der vierfüssig gemachten Insekten schnell ist, so ist die Gangart dieselbe wie bei den vierfüssigen Reptilien und Batrachiern. Der Gang oder das Kriechen der Batrachier besteht aus zwei gleichen Abschnitten; der eine, währenddessen das diagonale rechte Fusspaar aufruht und das linke schwebt; der andere, währenddessen das diagonale linke Fusspaar aufruht und das rechte schwebt. Aber der Körper der Insekten ist starr und kann sich nicht seitlich krümmen, wie der Körper der Salamander; er ist auch nicht so gut unterstützt

wie bei der Kröte, da die Hinterfüsse sich nicht soweit nach vorn wenden können, um auch die Mitte des Körpers zu stützen. Die Folge davon ist bei dem schnellen Gange eine ausgesprochene Schaukelbewegung um das diagonale Fusspaar. Wenn der Gang zu schnell wird, ist das Schaukeln so stark, dass das Insekt in die Rückenlage verfällt. Wie erwähnt, wurden diese Beobachtungen an Insekten angestellt, denen das mittlere Beinpaar abgenommen worden war; wenn aber das vordere oder das hintere Beinpaar entfernt werden, so sind die Resultate fast dieselben. (Carlet.)

Der Verfasser dieses Buches beobachtete eine *Serica brunnea* (ein kleines mit den Maikäfern zunächst verwandtes Insekt), welche zufällig das Unglück hatte, das linke Mittelbein zu verlieren. Der Käfer vermochte nur in Kreisen von der Grösse eines Thalers oder in fortlaufenden Ellipsen zu gehen, den Körper immer nach der linken Seite wendend.

Die Schmetterlingsraupen setzen bei der Fortbewegung gleichzeitig die beiden Beine eines Paares vorwärts, und zwar beginnen sie stets mit dem letzten der acht oder weniger Beinpaare. Dann kommt das vorletzte, darnach das drittletzte usw. an die Reihe bis zum vordersten Beinpaare, worauf mit dem hintersten wieder begonnen wird. Am auffallendsten ist diese Bewegungsweise bei den Spannerraupen, denen die mittleren Beinpaare fehlen, und bei denen die Fortbewegung von dem am Hinterkörper befindlichen Beinpaare unmittelbar auf die am Vorderkörper sitzenden Brustbeine übertragen wird, so dass die Raupen sich fortbewegend mit dem Körper in weitem Bogen über den Weg spannen.

Das Fortkriechen der fusslosen Maden beruht darauf, dass der Vorderteil des Körpers mit der Bauchseite auf der Unterlage haftet, den Hinterkörper nachzieht, dann auch das Ende des letzteren auf der Unterlage haftet und den Körper durch hinten beginnende Kontraktionen aller Segmente vorwärts schiebt, um dann dieselben Bewegungen und die Art des Haftens auf der Unterlage zu wiederholen. Die Fortbewegungsweise entspricht also einigermassen derjenigen der Raupen.

Eigentümlich ist die Fortbewegungsweise gewisser Schmetterlingsraupen. Die Raupe der Tineide, *Lyonetia clerckella* L. z. B., bewegt sich auf dem Blatte ganz sonderbar vorwärts. „Ihr Kriechen", schreibt Zeller, „hat etwas so Auffallendes, wie ich es an keiner Raupe kenne. Sie bedient sich nämlich der Vorderbeine dabei garnicht. Sie klebt einen Faden an, hält sich mit dem Maule daran fest und zieht nun den, wie bei einer Spannerraupe, gekrümmten Körper nach; gewöhnlich fasst sie den Faden mit den Nachschiebern und bedient sich der Bauchfüsse nur im Notfalle. Dann streckt sie gleich den ganzen Körper aus, um einen neuen Anheftungspunkt für ihren Faden zu gewinnen." (Linnaea Entomologica. 1848. 3. Bd. S. 256.) Uebrigens sind die Vorderbeine auch sehr kurz, denn sie erscheinen

(ebenda, S. 256) als sechs schwarze Punkte. Und die zu den Arten der sehr nahe verwandten Gattung *Phyllocnistis* gehörigen Raupen besitzen überhaupt keine Beine.

Aehnliches wie von den Raupen der *Lyonetia* gilt auch von anderen Tineidenraupen. Diejenigen der Kornmotte, *Tinea granella* L., lässt im Spätsommer, wenn sie die Getreidehaufen verlässt, um an den Wänden des Speichers ihr Winterquartier aufzusuchen, auf der Oberfläche des Getreidehaufens Spinnfäden zurück (Eisermann). Ob sie sich ähnlich fortbewegt, wie die Raupe von *Lyonetia*, ist nicht beobachtet.

Dass die Bewegung von der Stelle und die Beschaffenheit der Bewegungsorgane den lokalen Verhältnissen und den Anforderungen der Lebensweise ganz speziell angepasst sein können, beweisen die eigentümlichen Lebensgewohnheiten eines flügellosen *Bittacus* (*apterus* McLachl.). Baron von Osten-Sacken beobachtete dieses zu den Skorpionsfliegen (Panorpidae) gehörige Insekt während seines Aufenthaltes in Kalifornien, wo dasselbe zu Hause ist. Es hält sich auf ziemlich freien Grasplätzen während des April und Mai an Gräsern auf. Den Mangel der Flügel ersetzt es durch die Behendigkeit der Beine, indem es sich affenartig von Halm zu Halm schwingt. Hierbei macht es Jagd auf eine Schnacke (*Tipula*), um diese auszusaugen. Der genannte Beobachter vermutet, dass die Flügellosigkeit dieses *Bittacus* eine Anpassung an die lokalen und klimatischen Verhältnisse sei. Der flatternde Flug der übrigen, an geschützten Waldplätzen lebenden Arten wird an solchen Orten nicht durch widrige Winde gestört. Der Mangel der Flügel bei der auf freien, dem Winde ausgesetzten Plätzen ist daher für das Insekt von Vorteil. Es ist zu bemerken, dass die Arten von *Bittacus* äusserlich den Schnacken (*Tipula*) sehr ähnlich sind.

Das Springvermögen mancher Insekten beruht gewöhnlich auf einer besonderen Beschaffenheit der Hinterbeine. Die Schenkel derselben sind beträchtlich verdickt, da die Zahl der Muskeln vergrössert ist. Der Sprung wird von beiden Hinterbeinen in einem Tempo ausgeführt. Vor dem Sprunge liegen die Schienen den Schenkeln dicht an und werden gegen die Unterlage gestemmt. Vermöge der ausserordentlichen Ausbildung der Streckmuskeln, welche die Schienen bewegen, genügt ein kräftiger Ruck, infolgedessen die Schienen mit ihren Spitzen gegen die Unterlage gestossen werden und das Insekt in die Höhe und vorwärts springt. Die besten Springer gehören zu den Orthopteren, Coleopteren, Homopteren und Aphanipteren (S. 295). Viele der springenden Insekten, z. B. Orthopteren und Arten von *Salda* (Uferwanzen) bedienen sich beim Sprunge auch der Flugorgane; die Flügel unterstützen also den Sprung. Die an der Seeküste lebenden Arten von *Salda* springen nicht, sondern laufen, weil sie beim Springen und der gleichzeitigen Flügelentfaltung durch den am Meere herrschenden Wind leicht ins

Meer getrieben würden (Verhoeff, Entom. Nachr. 1891. S. 389). Nicht alle Insekten, welche verdickte Hinterschenkel besitzen, können springen, unter den Käfern z. B. *Oedemera* ♂, *Sagra, Donacia crassipes;* unter den Wanzen die Gattungen *Pachylis, Physomerus* und Verwandte; unter den Immen viele Chalcididen.

Die springenden Zicaden, Zicadelliden und Verwandte haben keine verdickten Hinterschenkel.

Ueber die die Sprungkraft unterstützenden Dornen und Sporen an der Spitze der Hinterschienen möge S. 277 nachgesehen werden. Sie sind bei Orthopteren und Zikaden vorzüglich entwickelt. Ueber die Wirkung dieser Sprungdornen hat im vorigen Jahrhundert De Geer an der Schaumzikade (*Aphrophora spumaria* L.) Versuche angestellt. Wenn das Insekt sich zum Sprunge anschickt, indem es die Hinterschenkel senkrecht zur Unterlage stellt und dicht an den Körper legt, so werden die Sprungdornen kräftig gegen die rauhe Unterlage gestemmt. Hierdurch infolge ihrer Elastizität in Spannung versetzt erlangen die Dornen eine derartige Schleuderkraft, dass das Insekt mit dem Aufhören der Spannung sechs Fuss weit vorwärts springt. Wird das Insekt auf eine Glasplatte gesetzt, auf welcher die Dornen nur mit Mühe ein wenig angestemmt werden können, so hüpft es nur sechs Zoll weit.

Beim Sprunge lüften die Zicadellinen die Flügel. Das geschieht, wie Dewitz mitteilt, deswegen, um den Körper zu richten, also um wieder auf die Füsse zu kommen und nicht auf die Seite oder auf den Rücken zu fallen. Das unverletzte Tier führt alle Sprünge mit der grössten Sicherheit aus, während das der Flügel beraubte oft auf den Rücken fällt. Die Flügel dienen in diesem Falle also als Steuer (vergl. S. 386). (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 33. 1884. S. 461.)

Ueber die Vorrichtungen zum Springen bei den Poduriden vermittelst der Sprunggabel des Hinterleibes und beim Borstenschwanze (*Machilis*) vermittelst der Abdominalgriffel möge S. 313 nachgesehen werden.

Anders ist die Springvorrichtung gewisser Gallmückenlarven. Dewitz beobachtete diese. Anfangs kriechen sie wie die übrigen Dipterenmaden, sich abwechselnd am Kopf- und Afterende befestigend. Bald jedoch nehmen sie eine bogenartig gekrümmte Stellung ein, indem sie den hinteren Teil des Körpers unter den vorderen festgehefteten legen und gegen die Unterlage stemmen. Indem dann das vordere Ende sich abhebt, wird gleichzeitig durch die angespannten und sich wieder zusammenziehenden Rückenmuskeln der Körper von der Unterlage fortgeschnellt. Die Larven vermögen so einen halben Fuss weit zu springen. Die weiteren Darlegungen und die Ansichten über die Ursache, warum die Larven von den Pflanzen abspringen, sind in Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. a. a. O. S. 466 zu lesen.

Das Schwimmen in oder auf dem Wasser besteht in einer

stossweisen, in einem Tempo ausgeführten Bewegung der Hinterbeine, wie wir es in vollendetem Masse bei den Schwimmkäfern (Dytiscidae) und den Drehkäfern (Gyrinidae) finden. Ebenso geschickt schwimmen die Schwimmwanzen (Naucoridae) und die Rückenschwimmer (Notonectidae). Bei den Gyriniden hängt die Schnelligkeit ihrer Schwimmbewegungen mit der Ausbildung der zwei hinteren Beinpaare zu Schwimmorganen zusammen. Ueber die eigenartige Beschaffenheit der Schwimmbeine wolle man S. 295 nachsehen. Die dem Schwimmen ähnlichen Bewegungen anderer Wasserinsekten, z. B. der Wasserkäfer (Hydrophilidae), sind in Wirklichkeit der Gangbewegung ähnlich, da sie die Beine abwechselnd bewegen. Auch einzelne Gattungen, welche sich sonst nur auf dem Lande aufhalten, können bei Gelegenheit sehr gut schwimmen, z. B. die kleinen Heuschrecken der Gattung *Tettix*. Ueber das Schwimmvermögen eines Rüsselkäfers schreibt A. Schulze in der Deutschen Entom. Zeitschr. 1875. 19. Jahrg. S. 397.

Ganz anders als die ausgebildeten Insekten schwimmen die Insektenlarven. Die Larven der Agrioniden schwimmen vermöge der schlängelnden Bewegungen des Hinterleibes, an deren Ende sich blattförmige kiemenartige Anhänge befinden. Mit dem ganzen Körper schlängelnd bewegen sich die Culicidenlarven im Wasser; auch die Dytiscidenlarven. Die rhytmische Schwimmbewegung der Libellulidenlarven (ausser denen der Agrioninen und Calopteryginen) wird dadurch hervorgerufen, dass vermöge eines starken Muskelapparates das Wasser durch die grosse, mit drei Klappen versehene Afteröffnung ein- und ausgelassen wird (A. Gerstaecker, Handbuch d. Zool. II. S. 62). Während des stossweisen Schwimmens legen die Larven die Beine dicht an den Körper und schnellen durch das Wasser.

Eine eigentümliche Einrichtung am Körper der allermeisten Schnellkäfer (Elateriden) ist der Mechanismus, welcher das Emporschnellen des auf dem Rücken liegenden Käfers bewirkt. Unterseits am Hinterrande des Vorderbrustringes befindet sich ein kräftiger Bruststachel, welcher in eine kleine Höhle in der Mitte des Vorderrandes des Mittelbrustringes frei eingreift. Wenn der Käfer auf dem Rücken liegt, stemmt er den Kopf gegen die Unterlage, so dass der Mittelkörper sich hebt und infolgedessen der Stachel mit seiner Spitze nur den Vorderrand der ihn in der Ruhe aufnehmenden Höhle berührt. Mit einem Rucke gleitet der Stachel plötzlich in die Höhle; unmittelbar darauf stossen die vorgezogenen kräftigen Hinterecken des Vorderrückens und der Grundteil der Flügeldecken gegen die Grundlage und der Käfer schnellt empor, um währenddessen sich zu wenden und auf die Beine zu fallen. Das Umwenden während des Emporschnellens in der Luft kommt, wie Burmeister (Handbuch d. Entom. 1. Bd. S. 490) angiebt, dadurch zu stande, dass der Anprall gegen den Boden vom Vorderkörper und nicht von der Mitte des

Körpers ausgeht, wodurch der Vorderteil eine grössere Schwungkraft als das hintere Ende erhält, und infolgedessen der Körper sich in der Luft überschlägt.

Bei den grösseren Arten der genannten Familie ist dieser Vorgang leichter zu beobachten als bei den vielen kleinen Arten, welche den grössten Teil der Familie ausmachen. Eine ausgezeichnete Schilderung des Emporschnellens eines grösseren Schnellkäfers finden wir bei Darwin. Dieser berühmte Naturforscher richtete während seiner grossen Reise um die Erde in Bahia seine Aufmerksamkeit auf das Schnellvermögen eines Elateriden, des *Pyrophorus luminosus* Ill., der dort das häufigste leuchtende Insekt ist. Wurde der Käfer auf den Rücken gelegt und bereitete er sich zum Springen vor, so bewegte er den Kopf und Thorax rückwärts, so dass der Bruststachel ausgezogen wurde und auf dem Rande seiner Scheide ruhte. Dieselbe Bewegung rückwärts wurde fortgesetzt und der Stachel durch die volle Wirkung der Muskeln wie eine elastische Feder gebogen; in diesem Augenblicke ruhte das Insekt auf den Spitzen des Kopfes und der Flügeldecken. Nun wird die Anstrengung plötzlich erschlafft, der Kopf und Thorax fliegen in die Höhe und infolge hiervon stösst die Basis der Flügeldecken mit solcher Kraft auf die Fläche, auf der das Tier liegt, auf, dass es durch den Rückprall ein bis zwei Zoll hoch emporgeschnellt wird. Die vorspringenden Spitzen des Thorax und die Scheide des Stachels dienen dazu, den ganzen Körper während des Springens stät zu halten. In den sonstigen Beschreibungen ist nicht hinreichendes Gewicht auf die Elastizität des Stachels gelegt; ein so plötzlicher Sprung kann nicht das Resultat einfacher Muskelkontraktion ohne die Hilfe irgend welcher mechanischer Einrichtung sein. (Reise eines Naturf. S. 34 u. 35.)

Das Springvermögen würde in der geschilderten Weise nicht vorhanden sein, wenn zwischen dem Vorderrücken und dem Hinterkörper nicht eine freie Gelenkverbindung bestände, welche es erlaubt, den Vorderbrustring zurückzubiegen, so dass der Rücken hohl liegt, die mechanische Wirkung des Bruststachels ermöglicht wird und das Anprallen gegen die Unterlage stattfinden kann. Auch in der Bauchlage schnellen sich manche Elateriden zuweilen empor, und nicht immer nur dann, wenn sie mit dem Finger auf die Unterlage gedrückt werden.

Die den Elateriden sehr ähnlichen Eucnemiden besitzen gleichfalls einen in ein Grübchen der Mittelbrust eingreifenden Fortsatz an der Vorderbrust. Aber der Vorderrücken hat mit dem Hinterkörper bei den meisten hierher gehörigen Käfern eine fest anschliessende Verbindung, so dass ein Zurückbiegen des Vorderrückens nicht angängig ist. Jedoch das zu den Eucnemiden gehörige *Cerophytum elateroides* (♀) ist, wie L. v. Heyden beobachtete, im stande, auf den Rücken gelegt, sich in die Höhe zu schnellen, aber weniger kräftig wie die meisten Elateriden.

Litteratur.

Demoor, J., Recherches sur la marche des Insectes et des Arachnides. Étude expérimentale d'Anatomie et de Physiologie comparées. (Archiv de Biologie. Liège, 1890. 42 S. mit 3 Taf.)

—, —, [Ueber das Gehen der Arthropoden mit Berücksichtigung der Schwankungen des Körpers.] (Compt. Rend. Acad. d. sc. Paris, 1890. T. 111. S. 839—840.)

Carlet, G., Sur le mode de locomotion des Chenilles. (Compt. Rend. Acad. Paris, 1888. T. 107. S. 131—134. — Naturwiss. Rundschau. 3. Jahrg. 1888. No. 42. S. 543.)

—, —, De la marche d'un insecte rendu tétrapode par la suppression d'une paire de pattes. (Ebenda, S. 565—566.)

—, —, Sur la locomotion des insectes et des arachnides. (Ebenda, 1879. T. 89. S. 1124—1125.)

—, —, Ueber den Gang eines vierfüssig gemachten Insekts. (Naturwiss. Rundschau. 3. Jahrg. 1888. S. 666—667. Aus: Compt. rend. 1888. T. 107.)

Osten-Sacken, C. R. von, Ueber das Betragen des kalifornischen flügellosen *Bittacus* (*apterus* Mc Lachl.). (Wiener Ent. Zeit. 1882. S. 123.)

Das Vermögen vieler Insekten, an senkrechten und überhängenden Flächen sich fortzubewegen.

Die uns allbekannte Erscheinung, dass Fliegen (*Musca domestica*) und manche andere Insekten an senkrechten Wänden und an der Decke des Zimmers, auch an Glasscheiben und anderen sehr glatten Flächen, sehr bequem gehen können, ohne im Geringsten befürchten zu müssen, herunterzufallen, diese Erscheinung richtig zu erklären, haben verschiedene Naturforscher mit verschiedenem Glück unternommen.

Die Möglichkeit des Haftenbleibens beruht hauptsächlich auf einer entsprechenden Beschaffenheit der Fusssohle, dann aber auch auf der Muskelkraft des Insekts. Die Fusssohlen sind bei den verschiedenen Insektengattungen sehr abweichend gebildet; bei einigen sind sie dicht und fein bürstenförmig behaart; die Haare sind締haare (S. 281). Bei anderen ist die Sohle anscheinend schuppig, bei noch anderen borstig behaart, bei manchen glatt. Bei Dipteren sind zwei zum Anhaften besonders ausgebildete Haftlappen, bei Lepidopteren und Hymenopteren ein Haftlappen unter den Krallen vorhanden. Bei vielen Coleopteren ist die Sohle der einzelnen Glieder lappenförmig erweitert.

Die Haftorgane sind in jedem Falle entweder glatt, weich und kissenförmig oder mit besonders ausgebildeten Haaren besetzt. Es sind demnach zu unterscheiden: Haftfläschen und Hafthaare.

Stets können die Haftorgane vermöge einer aus dem Innern kommenden, durchsickernden Flüssigkeit feucht erhalten werden (Dewitz, Dahl). Die Fusssohle von *Locusta* ist eine ausgezeichnete Haftfläche. Die Chitinhülle besteht hier aus langen, dünnen, biegsamen Stäbchen, welche getrennt voneinander verlaufen. Zwischen ihnen befinden sich feine Fasern, die vielfach von einem Stäbchen zu einem andern übertreten. Nahe vor der Aussenfläche zerteilen sich die Stäbchen in eine Anzahl sehr dünner Fasern, welche sich schliesslich wieder zu einer dünnen, zusammenhängenden Schicht vereinigen. Ebenso vereinigen sich die Stäbchen an der Innenfläche zu einer dünnen Schicht. Diese Struktur erteilt der Sohle eine sehr vollkommene Biegsamkeit. Die dicke Matrix, welche dieselbe beeinträchtigen würde, hat sich unregelmässig gefaltet. Durch die Chitinhülle hindurch gehen zerstreute Röhren, auf denen kleine Härchen stehen. An jedes dieser Härchen tritt eine Nervenfaser, welche sich oberhalb der Matrix ganglienartig erweitert. Die Hafthaare stehen auf Poren der Chitinhaut. Sie sind nach Dahl bis nahe vor der Spitze hohl und besitzen hier anscheinend keine Oeffnung. Zahlreiche, unter der Chitinhaut der Sohle liegende einzellige Drüsen sondern indes eine Flüssigkeit ab, welche von den Haaren ausgeschieden wird (Dewitz). Durchschneiden wir nämlich die Sohle eines Weichkäfers, *Telephorus dispar*, so nehmen wir die mit dem unteren Ende in der Chitinhaut der Sohle steckenden Härchen wahr, welche der Länge nach von einem an der Spitze ausmündenden Kanale durchzogen werden. Die Mündung des Kanals liegt unterhalb der Spitze des Härchens und ist nur schwer wahrnehmbar. Viel besser ist die Oeffnung bei Bock- und Rüsselkäfern zu sehen, bei denen die entsprechenden Härchen an der Spitze verdickt sind. Einzelne der zu den Härchen gehörenden Zellen der innerhalb die Sohlenhaut überlagernden Hypodermis sind grösser als die übrigen Hypodermiszellen und gleichen einzelligen Drüsenzellen (vergl. Fig. 24, S. 26 dieses Buches). Sie besitzen eine flaschenförmige Gestalt. Jede dieser grossen Zellen mündet in eins der oben erwähnten Härchen, und ihr Inneres besteht aus körniger Zellflüssigkeit und einem am frei abstehenden Ende der Zelle gelegenen Zellkern. Die Flüssigkeit wird ins Haar und durch die Oeffnung am Ende desselben nach aussen gestossen. Das Auspressen der Flüssigkeit geschieht durch Zusammenziehung des Protoplasmas.

Vermöge dieser aus jedem der zahlreichen Sohlenhärchen tretenden und das Anhaften der Sohle bewirkenden Flüssigkeit sind die betreffenden Insekten, z. B. gewisse Käfer und Fliegen, im stande, an senkrechten glatten Wänden emporzulaufen. Um den Austritt der Flüssigkeit unmittelbar zu beobachten, befestigte Dewitz das Insekt auf der unteren Seite einer dünnen Glasplatte, indem er das eine Ende eines Papierstreifens auf die Flügel des Tieres, das andere an die Glasplatte klebte. Letztere ruht auf einigen ihr aufgeklebten Korkstückchen, deren Höhe die des zu beobachtenden

Insekts etwas übertreffen. Die mit den Korkfüssen versehene Glasplatte wird auf den Tisch eines Mikroskops gesetzt, so dass also die Bauchseite des Insekts nach oben gekehrt ist, und die Unterseite der mit Haftlappen versehenen Füsse beobachtet werden kann. Es ist dann deutlich zu sehen, dass an den Spitzen der Härchen, welche die Haftlappen besetzen, glashelle Tropfen stehen, von denen wir den Eindruck gewinnen, dass sie den Fuss an der Fläche des Glases haften lassen. Wird der Fuss gehoben, um an eine andere Stelle gesetzt zu werden, so sind die zurückgelassenen Tröpfchen auf der Glasplatte in derselben Anordnung zu sehen, wie die Härchen der Haftlappen. Die Haftlappen hängen indes schlaff herab, weil ja der Inhalt verbraucht ist, und werden erst wieder strotzend voll, wenn der Fuss in Funktion treten soll. Die erwähnten, diese Tröpfchen absondernden Drüsenzellen sind gerade in den Haftlappen in grosser Menge vorhanden und schon von Leydig beobachtet.

Wenn die Härchen an den Haftlappen, beziehungsweise an der Sohle fehlen, so treten die Tröpfchen direkt aus den Poren nach aussen. Das ist z. B. der Fall bei Wanzen und Heuschrecken, wie schon auf der vorigen Seite dargelegt ist.

Es ist jedoch die Ursache des Anhaftens der Sohle an einer senkrechten Fläche hauptsächlich in der Adhäsion zu suchen, und die Flüssigkeit soll das feste Anlegen nur schnell bewirken. (Dahl.)

Die verschiedenen Möglichkeiten, welche bei der Erklärung des geschilderten Problems in Betracht gezogen worden sind, sind in den unten namhaft gemachten Schriften von Dewitz, Dahl, Simmermacher und Rombouts erörtert.

Nach der Annahme von Rombouts beruht das Vermögen der Fliegen, sich an senkrechten glatten Flächen zu halten, auf der Ausscheidung einer nicht klebrigen Flüssigkeit. Sie bedürfen nach der Ansicht dieses Naturforschers auch einer solchen nicht; denn, wenn die Flüssigkeit reines Wasser oder Olivenöl wäre, so würde die Spannung der Oberfläche der aus den Poren tretenden Tröpfchen genügen, die Füsse haften zu lassen. Hiernach würde der Vorgang auf capillärer Attraktion beruhen.

Auf Seite 281 dieses Buches ist mitgeteilt, dass die Fusssohlen des grossen Eichenbockkäfers, *Cerambyx cerdo,* mit sehr dicht stehenden Härchen bekleidet, und diese vor der Spitze mit einem oder zwei abstehenden Zähnchen ausgerüstet sind. Das scheint bisher unbekannt geblieben zu sein. In einem grossen Glase gehaltenen Bockkäfer dieser Art vermögen an der Glaswand hinaufzugehen. Da sie nun häufig ihre Füsse durch den Mund ziehen, so scheint es, dass sie die Sohle derselben feucht und rein erhalten, und es ist nicht zu verkennen, dass diese auf ihre Füsse verwendete Sorgfalt von der Notwendigkeit hinsichtlich des Klettervermögens geboten ist.

Auch *Meconema varia,* eine kleine Laubschrecke, welche vom Verfasser in einem Glase gehalten und beobachtet wurde, machte

sich viel mit ihren Füssen zu schaffen. Dieses an Baumstämmen umherkletternde Insekt kann auch an vertikalen Glaswänden emporklettern. Die Beschäftigung mit den Füssen verlief dabei folgendermassen. Das Insekt reinigte und befeuchtete die Sohlenballen (S. 282) des dritten Fussgliedes, aber auch des ersten und zweiten Fussgliedes aller Beine, indem es dieselben in den Mund nahm oder durch diesen hindurchzog. Dabei traten nur die Unterkiefer in Thätigkeit, nicht die Oberkiefer. Dies wurde mit demselben Fusse mehrmals wiederholt. Auch die Taster selbst wurden in den Mund geschoben und befeuchtet. Zuweilen ruhte das Insekt einen Augenblick aus, um dann rege von neuem zu beginnen. Demnächst wurden die Schienen der Vorderbeine beleckt, dann auch die Schenkel derselben bis zu den Hüften. Indes kam das Insekt immer wieder und wiederholt auf die Beschäftigung mit den Fusssohlen zurück.

Eine ähnliche hierher gehörige Beobachtung teilt W. G. Tenant mit. Dieser Entomologe hielt ein männliches Exemplar von *Locusta viridissima* in einem Kasten, welcher mit einer Tafel von Glas bedeckt war. Unter den mannigfaltigen Gewohnheiten, welche das Insekt in der Gefangenschaft zur Schau trug, fiel es dem Beobachter namentlich auf, dass es häufig seine Fusssohlen leckte. Es hegte nun der Beobachter die Vermutung, dass dies nur zu dem Zwecke geschehe, das Gehen zu erleichtern, vorzüglich an senkrechten Flächen. In der That zeigte sich, dass die Heuschrecke jedesmal die Füsse durch den Mund zog, wenn sie, an der Glasdecke schreitend, mit nach unten hängendem Leibe, in Gefahr war, zu fallen, nämlich wenn die Füsse an dem Glase nicht mehr haften wollten, und dass sie wohlbehalten ihren Gang vollendete, nachdem sie wiederholt die Füsse nach der Reihe mit der in ihrem Munde befindlichen Absonderung befeuchtete.

Aus allen obigen Mitteilungen geht hervor, dass die Ursache des Klettervermögens noch nicht in allen Richtungen bekannt, und dass es, um diese Kenntnis zu erwerben, notwendig ist, das Thun und Treiben der kletternden Insekten zu beobachten.

Auch viele Insektenlarven sondern eine Flüssigkeit ab, um sich an dem Gegenstande, an welchem sie sich fortbewegen, zu halten. Die Fussspitze der Larve des Erlenblattkäfers, *Agelastica alni* L., trägt eine Kralle und einen kugligen Ballen. Durch einige in letzterem gelegene Poren wird das Sekret ausgeschieden. welches den Ballen an der Unterlage befestigt. Dasselbe gilt auch von Neuropterenlarven. Bei Schmetterlingsraupen fand Dewitz keine Haftvorrichtung, wohl aber bei den Larven von Blattwespenlarven, deren Bauchfüsse an der Spitze eine Flüssigkeit abscheiden. Schmetterlingsraupen, z. B. die des Kohlweisslings, *Pieris brassicae,* bringen an der senkrechten Wand erst Gespinnstfäden an und klettern daran weiter (vergl. S. 394). Ueber die Fortbewegung und das Anhaften der Fliegenmaden vergl. Dewitz, Pflügers Archiv 1884. S. 462ff.

Litteratur.

Dewitz, H., Ueber die Fortbewegung der Tiere an senkrechten, glatten Flächen vermittelst eines Sekrets. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 33. 1884. S. 440—481. Mit 3 Taf. — Zoolog. Anzeiger. 1884. S. 400—405.)

—, —, Wie ist es den Stubenfliegen und anderen Insekten möglich, an senkrechten Glaswänden emporzulaufen. (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde zu Berlin. 1882. S. 5—7.)

—, —, Weitere Mitteilungen über den Kletterapparat der Insekten. (Ebenda, 1882. S. 109—113.)

—, —, Die Befestigung durch einen klebenden Schleim beim Springen gegen senkrechte Flächen. (Zool. Anzeiger. 1883. S. 273—274.)

—, —, Ueber die Wirkung der Haftläppchen toter Fliegen. (Entom. Nachr. 10. Jahrg. 1884. S. 286—287.)

—, —, Weitere Mitteilungen über das Klettern der Insekten an glatten senkrechten Flächen. (Zoolog. Anzeiger. 1885. 8. Jahrg. S. 157—159.)

—, —, Richtigstellung der Behauptungen des Herrn F. Dohl. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1885. 26. Bd. S. 125—128.)

Blackwell, J., Remarks on the Pulvilli of Insekts. (Transact. Linn. Soc. London. Vol. XVI. 1831. S. 487—492, 767—770.)

West, Tuffen, On certain Appendages to the Feet of Insects subservient to Holding or Climbing. (Journ. of the Proceed. Linn. Soc. London. Zoology. Vol. 6. 1862. S. 26—88.)

Rombouts, J. E., Ueber die Fortbewegung der Fliegen an glatten Flächen. (Zool. Anzeiger. 1884. S. 619—623.)

—, —, De la faculté qu'ont les mouches de se mouvoir sur le verre et sur les autres corps polis. (Archiv Museum Teyler (2) 4. Part. 16 S. m. Holzschn.)

Simmermacher, G., Untersuchungen über Haftapparate an Tarsalgliedern von Insekten. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 40. Bd. 1884. S. 481—556. Mit 3 Taf. u. 2 Fig.) Vorläufige Mitteilung darüber im Zoolog. Anzeiger. 7. Jahrg. 1884. S. 225—228.

—, —, Antwort an Herrn Dr. H. Dewitz. (Ebenda, S. 513—517.)

Dahl, F. (Abhandlung s. S. 300.)

—, —, Die Fussdrüsen der Insekten. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1885. 25. Bd. S. 236—263. Mit 2 Taf.)

Graber, V. (Abhandlung s. S. 300.)

Emery, C., Fortbewegung von Tieren an senkrechten und überhängenden glatten Flächen. (Biolog. Centralbl. 1884. 4. Bd. S. 438—443.)

Léon, N., Disposition anatomique des organes de succion chez les Hydrocores et les Geocores. (Bull. Soc. des Medec. et Natur. de Jassy. 1888.)

Lowne, B. T., On the so-called Suckers of Dytiscus and the Pulvilli of Insects. Mit 1 Taf. (Transact. Roy. Microscop. Soc. 1871. S. 267—271.)

Tenant, W. G., The green field-cricket, Acrida viridissima. (The Entomologist. Bd. 11. 1878. S. 183—184.)

Unwillkürliche Bewegungen.

Bisher haben wir uns nur mit den willkürlichen, nämlich von dem Willen des Tieres abhängigen Bewegungen beschäftigt. Es giebt aber auch unwillkürliche Bewegungen, welche dem Einflusse des Willens entzogen sind; es sind die unmittelbar die Lebensthätigkeit des Organismus begleitenden Bewegungen, nämlich der Pulsschlag des Herzens, die peristaltischen Bewegungen des Ernährungskanals, die Atembewegungen und diejenigen der Zeugungsorgane. Da Bewegungen der Muskeln nur infolge eines Reizes der zugehörigen Nerven stattfinden, so sind auch die Bewegungen jener inneren Organe auf Muskelreiz zurückzuführen: der Pulsschlag des Herzens auf den Reiz der zugehörigen Muskeln und Nerven durch das Blut, die Darmbewegungen dementsprechend auf den Reiz durch die Speise, die Atembewegungen auf den Reiz durch die atmosphärische Luft, die Bewegung der Zeugungsorgane auf den Reiz der zugehörigen Muskeln und Nerven durch die Zeugungsstoffe. Diese unwillkürlichen Bewegungen werden gehörigen Ortes in den späteren Kapiteln berücksichtigt werden.

---

7. Das Nervensystem.

Zu den wichtigsten Organen, welche die Lebensthätigkeit vermitteln, gehören die feinen, von einem centralen, meist kettenförmigen Strange sich abzweigenden, in alle Körperteile gehenden Fäden, welche Nerven genannt werden. Aller Antrieb zu den notwendigsten Lebensthätigkeiten, die innere Energie, wie die Auslösung der äusseren Einwirkungen auf das lebende Einzelwesen gehen vom Nervensystem aus. Die Sinnesorgane sind aus besonders ausgebildeten Nervenendigungen entstanden, den sogenannten Sinnesnerven; die Sinne sind ein Ausdruck von der Wirksamkeit der Sinnesnerven. Nur vermittelst der Sinnesnerven kann das lebende Wesen seine Umgebung erkennen und seinen Lebensunterhalt erwerben, indem es fühlt, riecht, schmeckt, hört und sieht. Der Tastsinn und der Geschmackssinn, denen der Geruchssinn nahe steht, beanspruchen die erste Rangstufe unter den verschiedenen Gattungen des Wahrnehmungsvermögens. Der Gesichtssinn, so wertvoll und hochausgebildet er auch ist, hat einen niedrigeren Rang; es giebt manche Tiere, denen das Sehvermögen

fehlt, bei denen der Tastsinn aber eine erhöhte Ausbildung besitzt. Der Tastsinn ist der notwendigste, am allermeisten verbreitete, uranfängliche Sinn, von dem sich alle übrigen Gattungen des Wahrnehmungsvermögens ableiten lassen.

Der Sitz der Sinne sind Nervenendigungen an der Körperhaut. Aber nicht nur die Sinne, sondern auch alle übrigen Organe des Körpers, namentlich die Muskeln, der Darm und die Zeugungsorgane werden mit feinen Nerven versorgt. Die die Muskelthätigkeit und dadurch die Bewegungen des Körpers und seiner Teile hervorrufenden Nerven werden **motorische Nerven** genannt. Alle diese Nervenfäden gehen von dem grossen, meist kettenförmigen Strange aus, welcher als Centralnervenstrang in der Mittellinie den Körper **an der Bauchseite der Länge nach** durchzieht. Dieser centrale Nervenstrang (das Bauchmark) ist gleich dem Hautskelett, den Anhangsorganen und der Muskulatur bilateral symmetrisch angelegt und besteht aus einer fortlaufenden Reihe knotenförmiger, gewöhnlich voneinander getrennter Verdickungen, welche Ganglien (von *τὸ γάγγλιον*, der Knoten) oder Nervenknoten genannt werden. Daher heisst der Strang der Nervenknoten auch **Ganglienkette** oder **Bauchganglienkette** (Fig. 259.) Durch diese Gliederung, sowie durch die Lage an der Bauchseite unterscheidet sich der Hauptnervenstrang der Gliedertiere fundamental von demjenigen der Wirbeltiere. Die Ganglienkette liegt an der Bauchseite in der vertieften mittleren Längslinie des Muskelschlauchs und wird in der Brust von den gabelförmigen Apophysen des inneren Skeletts (Fig. 244,

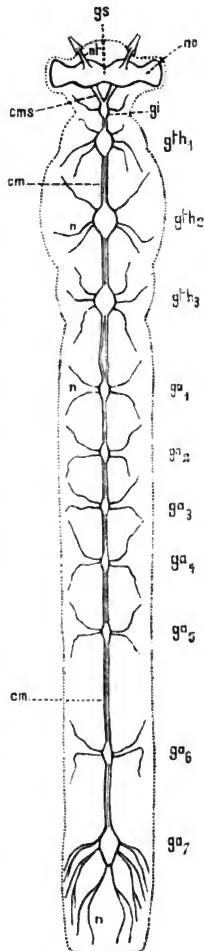


Fig. 259.

Fig. 259. Nervensystem einer Eintagsfliege, *Ephemera danica* O. F. Müll. Orig.
gs, oberes Schlundganglion, Gehirn; nt, Fühlernerv; no, Sehnerv; gi, unteres Schlundganglion; cms, Schlundcommissur (Verbindungsstränge). — gth_1 bis gth_3, Brustganglien; cm, Commissuren (Verbindungsstränge); n, abgezweigte Nerven.

S. 341) gestützt. Die Lage des Centralnervenstranges an der Bauchseite erinnert an die Lage desselben längs der Mitte der Rückenseite bei den Wirbeltieren. Manche Naturforscher glauben, dass die Bauchseite der Insekten der Rückenseite der Wirbeltiere entspreche und dass die Insekten die eigentliche Rückenseite auf der Bauchseite hätten. Steiner teilt uns mit, dass sich im Unterschlundganglion der Crustaceen eine Kreuzung der Nervenbahnen bildet, welche vollkommen identisch ist mit der Pyramidenkreuzung im Nackenmarke der Wirbeltiere. Das sei wahrscheinlich auch so bei den Insekten. (Sitzber. k. Akad. der Wiss. Berlin, 1890. I. S. 43.)

Die Ganglien sind entsprechend dem bilateralen Typus doppelt. Von jedem Ganglion (gth, ga) zweigen sich beiderseits kräftige Nervenäste ab. Die Ganglien sind der Herd für die meist in die benachbarten Körperteile abgehenden Nerven. Diese laufen am Ende in zahlreiche und sehr feine Zweige aus, welche z. T. in die äusseren Organe des Körpers übertreten, namentlich in die Fühler, Taster, Augen und Füsse. Deswegen sind namentlich die letzteren so empfindlich, was wir beim Betasten derselben wahrnehmen können.

Die Ganglienkette ist der Grundstock des Nervensystems. Die Ganglien sind gewöhnlich voneinander gesondert und durch paarige Stränge (cm), welche Commissuren (Längscommissuren, Verbindungsstränge) genannt werden, miteinander verbunden.

Die Zahl der Ganglien einer Ganglienkette beträgt höchstens 13. Bei vielen Insekten wird ihre Zahl durch Verschmelzung geringer. Und auch die Anzahl von 13 Ganglien ist nicht die ursprüngliche, denn bei Embryonen werden 17 Ganglien gefunden, von denen 4 zu dem Kopfabschnitt, 3 zu dem Brustabschnitt und 10 zu dem Hinterkörper gehören. Die drei hinteren Kopfganglien und die 3 letzten Ganglien des Hinterkörpers verschmelzen später zu je einem Knoten. Bei Larven und entwickelten Insekten kommen 2 Ganglien auf den Kopf, 3 auf den Brustabschnitt und höchstens 8 auf den Hinterleib. Dieses Verhältnis findet sich z. B. bei *Pteronarcys, Dictyopterus, Pulex* ♂, sowie bei den Larven von *Saperda, Apis, Formica* und *Culex*.

Aber bei zahlreichen Insektenarten kommen weitgehende Verschmelzungen vor, derart, dass im extremsten Falle ausser dem ersten Kopfganglion nur noch eine kompakte Masse im Brustabschnitt, die Nervenmasse also nur aus zwei Knoten besteht (Fig. 260). Von den beiden Kopfganglien bleibt trotz aller Verschmelzungen stets das vordere (Oberschlundganglion) und gewönlich auch das zweite (Unterschlundganglion) erhalten, aber bei *Hydrometra, Rhizotrogus solstitialis* und bei den Strepsipteren fehlt das Unterschlundganglion (Ed. Brandt). Ferner verschmelzen bei manchen Insekten zwei, zuweilen auch alle drei Brustganglien miteinander; ersteres ist bei mehreren Käfergattungen der Fall: *Bostrychus, Acilius, Melolontha, Cetonia, Gyrinus, Rhynchaenus, Necrophorus;* bei manchen Dipteren: *Xylophaga, Phora, Asilus, Tipula, Culex;* Hymenopteren: *Eucera, Apis, Bombus,*

Andrena, Vespa, Crabro; manchen Lepidopteren: *Vanessa, Pontia, Argynnis.* Die Verschmelzung aller drei Brustganglien findet sich bei vielen Dipteren: ***Musca, Calliphora, Lucilia, Sarcophaga, Pangonia*** (Fig. 261), ***Ortalis, Trypeta, Conops, Syrphus;*** bei einigen Wanzen: *Pentatoma, Nepa, Acanthia;* ferner bei dem Käfer *Serica brunnea.*

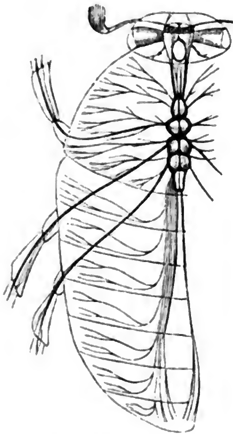


Fig. 260.
Nervensystem eines Blatthornkäfers, *Rhizotrogus solstitialis.* Nach E. Brandt.

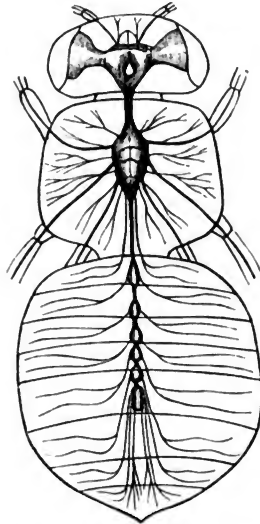


Fig. 261.
Nervensystem einer Fliege, *Pangonia depressa.* Nach E. Brandt.

In einzelnen Fällen verschmilzt das erste Brustganglion mit dem Unterschlundganglion zu einem Knoten, z. B. bei *Acanthia, Nepa, Notonecta.* Eine noch weitergehende Verschmelzung, und zwar in allen Graden von weit getrennten bis teilweise oder ganz vereinigten Ganglien, finden wir bei den Ganglien des Hinterleibes.

Durch Verschmelzung des ersten Hinterleibsganglions mit dem dritten Brustganglion ist die Zahl der 8 Hinterleibsganglien auf 7 reduziert bei ***Tenthredo, Sirex, Pulex*** ♀, ***Lampyris*** und ***Telephorus.*** Durch Verschmelzung anderer Ganglien mit dem ersten oder mit dem letzten Ganglion des Hinterleibes finden sich nur 5 bei ***Silpha, Sciara*** und ***Hepialus,*** nur 4 bei ***Vanessa, Pontia, Argynnis, Stratiomys, Sargus,***

nur 3 bei *Eucera* und *Crabro*, nur 2 bei *Syrphus*, *Volucella* und *Rhynchaenus*, nur 1 bei *Phora*, *Gyrinus*, *Ortalis*, *Trypeta*, *Conops* und *Myopa*. In diesen Fällen liegen die hinteren Ganglien dicht aneinander gedrängt und bilden eine bandförmige Masse. Manche Insekten haben gar keine Bauchknoten, indem eine kurze konzentrierte Masse mit dem dritten Brustganglion verschmolzen ist und im Brustabschnitt liegt, z. B. bei den Hemipteren (Wanzen), den meisten Blatthornkäfern *(Lamellicornia)* (Fig. 260), manchen Dipteren etc.

Wir unterscheiden demgemäss nach dem Grade der Ausbildung zwei extreme Formen von Ganglienketten:

1. die elementare (gegliederte) und
2. die konzentrierte Ganglienkette. Zwischen beiden Formen giebt es alle Uebergänge.

Das Grössenverhältnis der Ganglien in den Abschnitten der elementaren Ganglienkette ist bei der Mehrzahl der Insekten dasselbe. Das Oberschlundganglion (Fig 259 gs, 260, 261) ist das grösste aller Ganglien. Darnach treten durch ihre Grösse die Brustganglien (gth_1 bis gth_3) hervor. Viel kleiner sind das Unterschlundganglion (gi) und die Ganglien des Hinterleibes (ga). Unter diesen ist der letzte, aus mindestens drei ursprünglichen (embryonalen) Ganglien verschmolzene Knoten das grösste. Bei manchen Insekten ist jedoch der vorletzte, aus zwei oder drei Ganglien der Larve verschmolzene Knoten am grössten (*Mutilla*-Arten, *Apis mellifica* ☿), bei anderen der erste aus zwei Ganglien der Larve entstandene Bauchknoten *(Carabus)*.

Das Oberschlundganglion (das Gehirn, ganglion supraoesophageum).

Das Oberschlundganglion (Fig. 262, 259 gs) ist derjenige Teil des kettenförmigen Centralnervenstranges, welcher als Sitz der seelischen Funktionen, des Willens, der Bestimmung der Ortsbewegung und der hauptsächlichsten Sinnesorgane anzusehen ist. Wir müssen es daher als Gehirn bezeichnen. Es besteht aus zwei Hemisphären, welche nebeneinander liegen. Die beiden Hemisphären (gs) sind meist eng aneinander gerückt, bei Larven von Coleopteren, Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren, sowie bei den entwickelten Orthopteren jedoch deutlich voneinander geschieden und hängen nur durch eine Nahtverbindung zusammen. Von jeder Hemisphäre geht seitlich der oft kräftige und kurze, zuweilen dünne und stielförmige Sehnerv (Fig. 262 no) ab. Dieser verdickt sich zu dem Augenganglion (go), welchem das sehr komplizierte Fazettenauge aufsitzt. Das Augenganglion besteht aus zwei Teilen; der eine steht näher mit dem Gehirn in Zusammenhang, der andere, aus einigen Schichten (g, ms, ks) bestehende, ist aufs engste mit dem Fazettenauge verbunden. Der

Sehnerv entspricht namentlich in dem Falle, wenn er die Form eines Stieles hat, dem nervus opticus der Wirbeltiere.

Die zu den Fühlern gehenden Nerven, die sogenannten Geruchsnerven (nt), entspringen von der Oberseite des Gehirns.

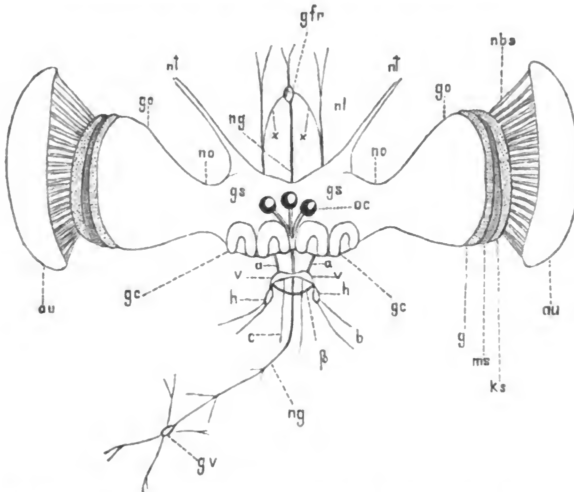


Fig. 262. Das Gehirn eines Insekts nebst den zugehörigen Nervenapparaten. Schematisch nach Ed. Brandt und E. Berger.
gs, die beiden Gehirnhälften; gc, die Gehirnwindungen (gyri cerebrales); oc, die Ozellen nebst den drei von demselben Punkte entspringenden Ozellennerven; no, der Sehnerv (nervus opticus) mit go, dem Augenganglion (ganglion opticum); g, die Ganglienzellenschicht; ms, die granuläre Schicht; ks, die Körnerschicht; nbs, die Nervenbündelschicht; au, das Fazettenauge; — nt, der Fühlernerv; nl, der Oberlippennerv; gfr, das Stirnganglion (ganglion frontale); x, x, die Wurzeln desselben, welche es mit dem Gehirn verbinden; ng, der Schlundmagennerv (nervus stomatogastricus); gv, das Magenganglion; — a, a, die Wurzeln der peripherischen Schlundganglien des paarigen Systems; v, v, die vorderen, h, h, die hinteren peripherischen Schlundganglien; c, c, die zur Aorta gehenden Nerven; b, b, die zu den Tracheen des Kopfes gehenden Nerven; β, der Verbindungsnerv.

Die zu den Stirnaugen (oc) vieler Insekten gehörigen Nerven entspringen oberseits aus der Mittellinie des Gehirns und zeigen ein doppeltes Verhalten. Entweder geht zu jedem der drei Stirnaugen ein besonderer Nerv (Hymenoptera), oder die zu den Stirnaugen gehenden Nerven entspringen aus einem gemeinschaftlichen Nerv (Diptera).

Im Innern zeigt das Gehirn einen komplizierten Bau. Es wird von B a l k e n und H ö r n e r n durchsetzt; je zwei b e c h e r f ö r m i g e K ö r p e r stecken in jeder der beiden Gehirnhälften, und im Centrum

des Gehirns sitzt der Centralkörper. Die Grösse der becherförmigen Körper ist bei den verschiedenen Insektenformen verschieden. Aeusserlich am Gehirn geben sie sich als Windungen kund und werden als Gehirnwindungen (Fig. 262 gc) bezeichnet. Vermutlich hat die Ausbildung der Gehirnwindungen eine Beziehung zu den intellektuellen Fähigkeiten der Insekten, da sie bei gewissen Hymenopteren, z. B. *Apis* und *Vespa*, stärker entwickelt sind als bei anderen Insekten. Bemerkenswert ist es auch, dass die Gehirnwindungen bei der Arbeitsbiene viel entwickelter sind als bei der Königin und der Drohne; bei den Arbeitsameisen viel entwickelter als bei den männlichen und weiblichen Ameisen; und ebenso bei den Wespen. Thatsächlich sind ja auch die Arbeiterinnen der Bienen und Ameisen viel intelligenter als die nur für das Brutgeschäft sorgenden Weibchen und die noch weniger sich beschäftigenden Männchen. Kein Wunder also, dass die Gehirnwindungen der Männchen so äusserst klein sind, dass sie von früheren Anatomen nicht gesehen wurden.

Hinsichtlich der abschnittweisen Einteilung des Gehirns folgen wir den Untersuchungen von Viallanes, welche dieser Naturforscher an *Oedipoda coerulescens* und *Caloptenus italicus* angestellt hat. Das Gehirn dieser Heuschrecken ist dem der Krebse völlig homolog. An beiden lassen sich von vorn nach hinten, bezw. von oben nach unten drei Teile unterscheiden: das Proto-, Deuto- und Tritocerebron (erstes, zweites und drittes Gehirn). Alle drei Teile, namentlich das Protocerebron, haben einen komplizierten Bau. Die Uebereinstimmung mit dem Gehirne der Krebse besteht nicht nur in der Zusammensetzung des Gehirns, sondern auch in dem feineren Bau des Protocerebron, mit dem Unterschiede, dass die Protocerebrallappen beider Seiten sich auf der Mittellinie vereinigen und so in Verbindung mit dem mittleren Teile des Protocerebron treten, während sie bei den Krebsen weit entfernt voneinander auf die Augenstiele gerückt sind. Vom Protocerebron gehen die Nerven für die Augen, bei den Insekten mit Ozellen auch die Nerven für diese aus.

Das Deutocerebron trägt bei den Insekten den Fühlernerv, bei den Krebsen den Nerv der inneren (vorderen) Antennen; die Fühler der Insekten sind demnach homolog den ersten Fühlern der Krebse.

Das Tritocerebron enthält die Quercommissur des Schlundringes und die Oesophagealganglien; von letzteren entspringen die Wurzeln des Ganglion frontale, von ersterem die Oberlippennerven. Auch bei den Krebsen befinden sich an diesem Abschnitte des Gehirns die Oesophagealganglien (die der Wurzel des ersten unpaaren Visceralganglions den Ursprung geben), ferner die Commissur des Schlundringes und die Lobi für die äusseren Fühler, welche samt den äusseren Fühlern selbst den Insekten fehlen.

Nach Cholodkowsky (Zool. Anz. 1891. S. 115) besteht das Oberschlundganglion aus drei Paar Anlagen. Das eine Paar ist

präoral; das andere liegt beiderseits der Mundöffnung und sendet ein Paar Aeste in die Fühler; das dritte ist postoral (hinter der Mundöffnung gelegen) und giebt die Lobi optici ab. Diese Dreiteiligkeit ergiebt sich daraus, dass jedes einfache Ganglion nur ein Paar Hauptnerven abgiebt.

Das Unterschlundganglion (ganglion infraoesophageum).

Das Unterschlundganglion (auch das kleine Gehirn genannt) ist ein dreieckiger, herzförmiger oder länglich-ovaler Knoten des Bauchmarks, welcher hinter oder unter dem Oberschlundganglion zu suchen ist (Fig. 259 gi) und mit diesem durch zwei Verbindungsstränge (Commissuren) verbunden ist. Diese beiden Verbindungsstränge bilden mit den beiden Ganglien einen Ring und schliessen das Schlundrohr des Speisekanals ein, welches zwischen dem Ober- und Unterschlundganglion liegt (Fig. 263 cms). Bei Lepidopteren, Hemipteren, Dipteren etc. sind die Verbindungsstränge sehr kurz und dick, und das untere Schlundganglion ist mit dem oberen dann enge verbunden und bildet meist nur eine einzige, mit einer für den Durchlass des Schlundrohrs bestimmten Oeffnung versehene Masse. Ein eigentümliches Verhältnis zu dem ersten Brustganglion findet sich nur bei manchen Wanzen (Hemiptera); bei *Acanthia*, *Nepa* und *Notonecta* ist das Unterschlundganglion mit dem ersten Brustganglion zu einem einzigen Knoten verwachsen. Bei *Capsus* ist das Doppelganglion zwar auch vorhanden, aber es sind hier die beiden Ganglien nur nahe aneinander gerückt.

Aus dem Unterschlundganglion entspringen die Nerven für die Oberkiefer, Unterkiefer, Unterlippe und Speicheldrüsen. Die Nerven für die Oberlippe gehen von dem Schlundringe ab. Die in die Mundteile dringenden Nerven des Unterschlundganglions teilen sich in feine Zweige, welche teils die Muskeln am Grunde der Mundteile, teils die Muskeln der einzelnen Glieder (namentlich der Unterkiefer) versorgen, teils zu den komplizierten Nervenendapparaten der Sinnesorgane in den Palpen und der Zunge ausgebildet sind. Bei den Schmetterlingen reicht ein Nerv vom Unterschlundganglion in die den Rüssel bildenden beiden Maxillen; seine Verzweigungen gehen namentlich an die Rinnenstifte und Tastkörperchen.

Der Schlundring (annulus oesophageus).

Ausser von dem Ringe, welchen das Ober- und Unterschlundganglion und ihre beiden Verbindungsstränge (Längscommissuren) miteinander bilden, ist das Schlundrohr (Oesophagus) noch von einem zweiten Ringe umgeben. Dieser Ring ist eine Quercommissur zwischen dem Grundteile der beiden Längscommissuren, erscheint

aber in manchen Gattungen mit der Unterseite des Oberschlundganglions verbunden. In jedem Falle ist er ein nach unten zu freier Ring (Fig. 263 noe) und hat eher auf die Bezeichnung „Schlundring" Anspruch, als die beiden Längscommissuren, welche das Schlundrohr einschliessen (S. 411) und in ihrer Verbindung mit den Ganglien gemeiniglich als Schlundring bezeichnet werden. Die den Ring bildende Quercommissur ist sehr wenig bekannt, aber schon von Lyonet 1762 im Bilde dargestellt und beschrieben worden. Neuerdings hat Liénard wieder darauf hingewiesen und angegeben, dass die Quercommissur bei den Angehörigen aller grösseren Insektengruppen sich findet und vielleicht allen Insekten zukommt. Auch bei den Crustaceen und Myriopoden ist diese quere Schlundcommissur vorhanden.

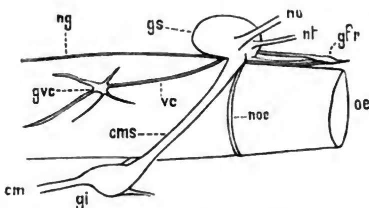


Fig. 263. Schlundverbindung der Kopfganglien der Raupe eines Schmetterlings. Schematisch nach Liénard. gs, oberes Schlundganglion (Gehirn); gi, unteres Schlundganglion; cms, Längscommissur; noe, Quercommissur; no, Sehnerv; nt, Fühlernerv; ng, Stamm des unpaaren sympathischen Nervensystems; gfr, Stirnganglion; vc, der rechtsseitige Strang des paarigen sympathischen Nervensystems; gvc, ein Ganglion desselben; cm, Verbindungsstrang zwischen dem unteren Schlundganglion und dem ersten Brustganglion; oe, Schlundrohr.

Dieser aus der Quercommissur am Grunde der Längscommissuren des Schlundringes mit dem Oberschlundganglion gebildete Schlundring kommt, wie uns Liénard belehrt, in vierfach verschiedener Verbindung vor.

1. Das obere und untere Schlundganglion liegen weit auseinander; die Längscommissuren sind sehr verlängert; die Quercommissur verbindet die beiden Längscommissuren und ist vom oberen Schlundganglion mehr oder weniger weit abgerückt:
   Orthoptera: *Gryllus, Periplaneta;*
   Coleoptera: *Blaps, Necrophorus;*
   Lepidoptera: *Pieris* (Raupe); ferner bei
   Crustaceen *(Astacus, Palinurus, Carcinus, Squilla, Apus* etc.), Merostomen *(Limulus)* und Myriopoden *(Glomeris).*
2. Das obere und untere Schlundganglion sind einander genähert, die Längscommissuren sehr kurz; die Quercommissur verhält sich wie bei 1., ist aber dem unteren Schlundganglion sehr genähert, so dass sie demselben fast anliegt, aber von ihm unabhängig bleibt:
   Odonata: *Libellula, Aeschna, Agrion;*

Coleoptera: *Cicindela, Feronia, Broscus, Carabus, Dytiscus* (Larve, Imago), *Colymbetes, Acilius, Ocypus, Staphylinus, Coccinella;*

Trichoptera: *Phryganea.*

Unter den Crustaceen z. B. bei *Oniscus.*

3. Die Entfernung des oberen von dem unteren Schlundganglion, sowie die Länge der Längscommissuren sind verschieden; die Quercommissur geht direkt vom oberen Schlundganglion ab (Fig. 263 noe) und entspringt aus demselben zusammen mit den Längscommissuren oder sogar etwas nach innen zu isoliert von denselben:

   Orthoptera: *Mantis, Panesthia* (Blatt.), *Locusta, Oedipoda;*

   Coleoptera: *Hydrophilus, Silpha, Geotrypes* (Larve, Imago), *Melolontha, Polyphylla, Buprestis, Athous, Lampyris, Telephorus, Prionus, Leptura, Crioceris;*

   Hymenoptera: *Tenthredo* (Larve);

   Lepidoptera: Raupen von *Cossus, Gastropacha, Sericaria* und *Liparis;* ausserdem bei

   Myriopoden: *Lithobius, Spirocyclistus, Zephronia* und *Julus.*

4. Das obere und untere Schlundganglion sind einander so genähert, dass sie eine einzige Masse bilden, welche in der Mitte für den Durchgang des Schlundrohrs durchbohrt ist die Quercommissur ist dem unteren Schlundganglion so genähert, dass sie mit diesem verschmolzen ist:

   Hemiptera: *Cicada, Pentatoma, Notonecta, Naucoris;*

   Lepidoptera und Diptera im entwickelten Zustande;

   Hymenoptera: Larven von *Tenthredo* und *Vespa.*

Litteratur über das Hauptnervensystem.

Lyonet, P., Traité anatomique de la Chenille qui ronge le bois de saule. II. Éd. Haag, 1762. Mit 18 Taf.

Cuvier, G., Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übersetzt von H. Meckel. Leipzig, 1809.

Rolando, Observations anatomiques sur la structure du Sphinx nerii et quelques autres Insectes. (Mém. Acad. d. Turin. 1809. Tom. 16. S. 39—60. Mit 1 Taf.)

Straus-Dürkheim, H. (Abhandlungen S. 342).

Newport, G. (Abhandlungen S. 345).

—, —, On the nervous system of the Sphinx ligustri L. and on the changes which it undergoes during a part of the metamorphoses of the insect. (Philosoph. Transact. 1832, S. 383—398 1834, S. 389—423.)

Newport, G., On the structure, relations, and development of the nervous and circulatory systems, and on the existence of a complete circulation of the blood in vessels, in Myriapoda and Macrourous Arachnida. (Ebenda, 1843. S. 243—302.)

Helmholtz, H. L. F., De Fabrica Systematis nervosi Evertebratorum. Diss. inaug. Berolini, 1842.

Dufour, L. (Vergl. die meisten auf S. 344 aufgeführten Publikationen).

Will, F., Vorläufige Mitteilung über die Struktur der Ganglien und den Ursprung der Nerven der wirbellosen Tiere. (Müllers Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1844. S. 76—93.)

Blanchard, E., Recherches anatomiques et zoologiques sur le Système nerveux des Animaux sans vertèbres. Du système nerveux des Insectes. Mit 8 Taf. (Annales d. Scienc. natur. 3. sér. 5. vol. 1846. S. 273—379.)

—, —, Du Système nerveux chez les Invertébrés dans ses rapports avec la Classification de ces Animaux. Paris, 1849.

—, —, in: G. Cuviers Règne animal. Édition accompagnée de planches gravées. Insectes. Pl. 3, 3a und 4.

Dujardin, F., Mémoire sur le système nerveux des insectes. (Annal. d. Scienc. natur. 3. sér. T. 14. Zoologie. 1850. S. 195—206. Mit 1 Taf. — Froriep, Notizen. 1852. T. II. S. 257—263. Mit Fig.)

Scheiber, S. H., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestriden-Larven. Mit 5 Taf. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Mathem.-naturwiss. Cl. 41. Bd. 1860. S. 439—496; — 45. Bd. 1862. S. 7—68.)

Tullberg, T., Sveriges Podurider. Mit 12 Taf. (Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 10. No. 10. 1872. S. 1—70.)

Leidy, J., History and Anatomy of the Hemipterous Genus Belostoma. Mit 1 Taf. (Journal Acad. Nat. Sc. Vol. I. N. Ser., S. 57—67.)

Berlese, A., Osservazione sulla anatomia descrittiva del Gryllus campetris L. Mit 4 Taf. (Atti della Soc. Veneto-Trentina. S. 200—299.)

Leydig, F., Vom Bau des tierischen Körpers. Tübingen, 1864.

—, —, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. 1883.

Studer, Th., Ueber Nervenendigung bei Insekten. Kleine Beiträge zur Histologie der Insekten. Mit 1 Taf. (Mitteil. d. naturf. Gesellsch. Bern, 1874. Abhandl. S. 97—104.)

Baudelot, E., Contributions à la physiologie du système nerveux des Insectes. (Revue d. Scienc. natur. T. 1. 1872. S. 269—280.)

Brandt, E., Vergleichend-anatomische Skizze des Nervensystems der Insekten. Mit 2 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. 1879. Bd. XV.) Separat. St. Petersburg, 1879. 17 S.

—, —, Ueber die Metamorphose des Nervensystems der Insekten. Mit 2 Taf. (Ebenda. Bd. XV.) Separat. St. Petersburg, 1879. 11 Seiten.

Brandt, E., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Käfer (Coleoptera). Mit 3 Taf. (Ebenda. Bd. XV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1879. 17 S.

—, —, Anatomie von Telephorus fuscus. (Ebenda. Bd. X. 1877.) Sep. St. Petersburg, 1878. 13 S. Russisch.

—, —, Ueber das Nervensystem der Laufkäfer (Carabidae). Mit 1 Taf. (Ebenda. Bd. XIV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1878. 3 S. deutsch, 19 S. russ.

—, —, Ueber das Nervensystem der Blatthörner (Lamellicornia). Mit 2 Taf. (Ebenda. Bd. XIV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1878. 4 S. deutsch, 32 S. russ.

—, —, Untersuchungen über das Nervensystem der Dipteren. (Horae Soc. Ent. Ross. Bd. XIV. 1879. Sitzungsber.) Sep. St. Petersburg, 1879. 4 S.

—, —, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Zweiflügler (Diptera). Mit 4 Taf. (Ebenda. Bd. XV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1879. 18 S.

—, —, Beiträge zur Kenntnis des Nervensystems der Dipterenlarven. (Zool. Anzeiger. 1882. S. 231—234.)

—, —, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Hemipteren. Mit 1 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. Bd. XIV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1879. 10 S.

—, —, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Hymenopteren. Mit 4 Taf. (Ebenda. Bd. XV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1879. 20 S.

—, —, Ueber das Nervensystem der Apiden. (Sitzungsber. d. Naturf. Gesellsch. in Petersburg. Bd. VII. 1876.)

—, —, Recherches anatomiques et morphologiques sur le système nerveux des insectes Hymenoptères. (Compt. rend. de l'Acad. d. Scienc. Paris, 1875.)

—, —, Ueber das Nervensystem der Wespen (*Vespa*). Mit 1 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. Bd. XIV. 1879. Sitzungsber.) Sep. St. Petersburg, 1878. 4 S. deutsch, 11 S. russ.

—, —, Ein offener Brief an Herrn Prof. Fr. Leydig. Ueber Evania appendigaster. Mit 1 Holzschn. St. Petersburg, 1878. 7 S.

—, —, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Lepidopteren. Mit 1 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. Bd. XV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1879. 16 S.

—, —, Zur Anatomie des Hepialus humuli. (Sitzber. Horae Soc. Ent. Ross. Bd. XV. 1879.)

—, —, Ueber das Nervensystem der Schmetterlingsraupen. (Verhandl. der Russ. Ent. Gesellsch. Bd. X. 1877.)

—, —, Ueber das Nervensystem der Fächerflügler (Strepsiptera). Mit 1 Holzschn. (Sitzber. d. Horae Soc. Ent. Ross. Bd. XIV. 1879.) Sep. St. Petersburg, 1878. 2 S. deutsch, 6 S. russ.

Rossi, A., Sul modo di terminare dei nervi nei muscoli dell' organo sonoro della Cicala commune *(Cicada plebeja)*. Mit 1 Taf. (Mem. Accad. Sc. Bologna. 1880. 4. Ser. Vol. 1. S. 661—665.)

Foettinger, A., Sur le termination des nerfs dans les muscles des Insectes. (Archiv de Biologie. Vol. I. 1880.)

Mark, E. L., The nervous system of Phylloxera. (Psyche. Vol. 2. 1879. S. 201—207.)

Riley, C. V., The nervous system and salivary glands of Phylloxera. (Ebenda. S. 225—226.)

Cholodkowsky, N., Zur Frage über den Bau und über die Innervation der Speicheldrüsen der Blattiden. Mit 2 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. Vol. XVI. S. 6—9.)

Liénard, V., Constitution de l'anneau oesophagien. (Archives de Biologie. Vol. I. 1880. S. 381—391. 1 Taf.)

Michels, H., Nervensystem von *Oryctes nasicornis* im Larven-, Puppen- und Käferzustande. (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. 34. Bd. 1880. S. 641—702. Mit 4 Taf.)

Brauer, Fr., Die Zweiflügler des kaiserlichen Museums zu Wien. III. Systematische Studien auf Grundlage der Dipterenlarven nebst einer Zusammenstellung von Beispielen aus der Litteratur über dieselben und Beschreibung neuer Formen. (Denkschr. d. Akad. d. Wiss. zu Wien. 47. Bd. 1883. 100 S. 5 T.)

Viallanes, H., Le ganglion optique de la Libellule *(Aeschna maculatissima)*. (Ann. Scienc. natur. Zoologie. 6. Ser. T. 18. 1885. No. 4—6, Art. No. 4. Mit 3 Taf.; — Bertkau, Bericht. S. 12—14.)

—, —, Études histologiques et organologiques sur les centres nerveuses et les organes des sens des animaux articulés. (Annales d. Sciences naturell., Zoologie. (7. Série.) T. IV. 1887. S. 1—120. Pl. 1—6; — Compt. Rend. Acad. Sc. Paris CIV. S. 444—447; Bericht v. Bertkau. 1887. S. 11—12.)

Grassi, B., Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Mem. VII. Anatomia comparata di Tisanuri. Mit 5 Taf. (Atti d. Reale Accad. d. Lincei. Roma. Mem. Cl. sc. fis. Ser. 4. Vol. IV. 1887. S. 1—66.)

Litteratur über das Gehirn.

Leydig, F., Zelle und Gewebe. Neue Beiträge zur Histologie des Tierkörpers. Bonn, 1885. 219 S., 6 Taf.

Rabl-Rückhard, Studien über Insektengehirne. Mit 1 Taf. (Reichert u. du Bois-Reymonds Archiv f. Anatomie. 1875. S. 480—499.)

Dietl, M. J., Die Organisation des Arthropodengehirns. Mit 3 Taf. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 27. 1876. S. 488—517.)

Flögel, J. H. L., Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insekten-Ordnungen. (Zeitschr. f. wiss. Zooolgie. 1878. Bd. 30. Suppl. S. 556—592. Taf. 23 u. 24.)

Packard, A. S., The brain of the Locust. (Second Report of the U. S. Entom. Commiss. 1880. S. 223—242. Mit 7 Taf.)

Berger, Emil, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Mit 5 Taf. (Arbeiten d. zool. Instit. Wien und Triest. T. I. 1878. S. 173—220; — Nachtrag. Ebenda, S. 437—441.)

Newton, E. T., On the Brain of the Cockroach. (Quart. Journ. of Microscop. Science. Juli 1879. New Ser. Vol. 19. S. 340—356. Mit 2 Taf.)

Cuccati, Giov., Sulla struttura del ganglio supraesofageo di alcuni Ortotteri *(Acridium lineola, Locusta viridissima, Locusta sp., Gryllotalpa vulgaris)*. Bologna, 1887. S. 1—27. Mit 4 Taf.

—, —, Ueber die Organisation des Gehirns der *Somomya erythrocephala*. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1888. 46. Bd. S. 240—269. Mit 2 Taf.)

Viallanes, H., Études histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés.

1. Mémoire. Le ganglion optique de la langouste *(Palinurus vulgaris)*. (Annal. d. Scienc. Natur. Zool. 1884. 6. Sér. T. 17. Art. 3. S. 1—74. Mit 5 Taf.)
2. Mémoire. Le ganglion optique de la Libellule *(Aeschna maculatissima)*. (Ebenda. 1885. 6. Sér. T. 18. Art. 4. S. 1—34. Mit 3 Taf.)
3. Mémoire. Le ganglion optique de quelques larves de Diptères *(Musca, Eristalis, Stratiomys)*. (Ebenda. 1886. 6. Sér. T. 19. Art. Nr. 4. 34 S. u. 2 Taf.)
4. Mémoire. Le cerveau de la guêpe *(Vespa crabro* et *vulgaris)*. (Ebenda. 1887. 7. Sér. T. 2. S. 5—100. Mit 6 Taf.)
5. Mémoire. 1. Le cerveau du criquet *(Oedipoda coerulescens* et *Caloptenus italicus)*. 2. Comparaison du cerveau des Crustacés et des Insectes. 3. Le cerveau et la morphologie du squelette céphalique. (Ebenda. 1888. 7. Sér. T. 4. S. 1—120. Mit 6 Taf.)

—, —, Sur la structure interne du ganglion optique de quelques larves de Diptères. (Bull. Soc. Phil. Paris, 1885. 7. Sér. T. 9. S. 75—78.)

—, —, La structure du cerveau des Hyménoptères. (Bull. Soc. Philomat. Paris, 1886. 7. Sér. T. 10. S. 82—83. — Vorläuf. Mitteil.)

—, —, La structure du cerveau des Orthoptères. (Bull. Soc. Philomat. Paris, 1886. 7. Sér. T. 11. S. 119—126. Vorläuf. Mitteil.)

—, —, Sur la morphologie comparée du cerveau des Insectes et des Crustacés. (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 1887. T. 104. S. 444—447.)

Saint-Remy, Sur la structure du cerveau chez les Myriapodes et les Arachnides. (Revue biologique du Nord de la France. I. 1889. S. 281—298; II. S. 41—55.)

—, —, Contribution à l'étude du cerveau chez les Arthropodes trachéates. Thèse. Avec fig. (Faculté d. Scienc. Paris, 1890.) 282 S.

Die Nebensysteme des Nervenapparates.

Weniger augenfällig als die Hauptkette des grossen Nervensystems mit ihren Abzweigungen sind feinere, gleichfalls stellenweise knotig aufgetriebene Nervenstränge (die sympathischen Nerven), welche teils dem Darmkanale anliegen, teils das Herz und die Tracheen versorgen. Sie sind mit dem centralen Hauptsystem anatomisch und physiologisch verbunden; denn sie entspringen aus dem Gehirn oder aus den Knoten der Ganglienkette. Das ist auch nicht anders möglich, denn in einem Individuum können nicht voneinander unabhängige Nervencentren bestehen. Indess haben die sympathischen Nerven fast nur zu den inneren Organen Beziehung, die Nerven des Hauptsystems fast ohne Ausnahme nur zu den äusseren Organen.

Es werden nach dem Orte ihres Ursprungs unterschieden

1. die sympathischen Nerven, welche vom Gehirn, und
2. die sympathischen Nerven, welche von den Brust- und Bauchganglien entspringen.

Die von dem Gehirn (Fig. 264) ausgehenden und für den Darm, das Herz, die Speicheldrüsen, die Kopftracheen etc. Nerven abgebenden Nebenstränge wurden von Johannes Müller „Eingeweidenerven" genannt. Wir unterscheiden an ihnen

1. das unpaare System der sympathischen Nerven,
2. das paarige System der sympathischen Nerven.

Das unpaare System besteht aus dem Stirnganglion (ganglion frontale), dem einfachen rückwärts verlaufenden Strange und den Ganglien des letzteren. Das Stirnganglion entspringt aus zwei Wurzeln (x x) vorn unten am Gehirn aus dem Schlundringe. Die Wurzeln vereinigen sich vor dem Gehirn zu dem Stirnganglion (gfr). Der von diesem Ganglion ausgehende Strang, der Schlundmagennerv, wendet sich rückwärts unterhalb des Gehirns (daher früher rücklaufender Nerv, nervus recurrens, genannt), liegt der Länge nach auf der Mitte des Speiserohrs und bildet hinten einen Knoten, das Magenganglion (ganglion ventriculare). Die Zahl dieser Magenknoten ist nach den Ordnungen der Insekten verschieden.

Aus dem Stirnganglion entspringen Zweige für die oberen Mundteile. Der mittlere Fortsatz des Stirnganglions bildet vor und hinter demselben bei manchen Insektenformen, z. B. der Larve des Weidenbohrers (*Cossus ligniperda*, nach Lyonet) noch einige sehr kleine Knötchen.

Der Magenstrang erreicht sein Ende meist auf dem Mitteldarm (Magen), nachdem er einen Knoten gebildet, von diesem aus sich in zwei Aeste geteilt und darnach feiner verzweigt hat. Aus dem hinteren Knoten (Magenganglion, Magenknötchen) geht der Nerv für die Speicheldrüsen hervor (Fig. 264 ngl). Nach Hofers Untersuchungen an *Blatta* werden die Speicheldrüsen von drei Ursprungsstätten mit Nerven versorgt: das unter dem Schlundrohre gelegene vordere Ende

wird von den paarigen hinteren Ganglien der paarigen Eingeweidenerven innerviert; der übrige Teil von einigen beiderseits aus dem Nervus recurrens austretenden Nerven; und drittens von einem aus dem unteren Schlundganglion entspringenden Nervenpaare, welches den Sammelgang begleitet und sich an dessen Ursprung in Aeste auflöst, von denen teils die Speicheldrüsen, teils deren Muskulatur innerviert wird.

Das paarige System entspringt in zwei kurzen Strängen hinten am Gehirn, welche zu beiden Seiten des Schlundrohrs verlaufen und zwei Paar Ganglien, die peripherischen Schlundganglien, bilden (Fig. 264 gvc).

Das erste Ganglienpaar versorgt als Gefässganglien das Herz (Rückengefäss) und die Aorta, das zweite Paar die Luftröhren (Tracheen) des Kopfes mit Nerven. Die Ganglien je eines zusammengehörigen Paares sind miteinander und mit dem Strange des unpaaren Systems durch feine Verbindungsnerven (Commissuren) verbunden (E. Blanchard, E. Brandt).

Die sympathischen Nerven der Ganglienkette (Fig. 265 sp. S. 421) nehmen ihren Ursprung aus den Brust- und Bauchganglien der centralen Ganglienkette. Je ein einzelner Nerv verläuft nach seinem Austritt aus einem Ganglion als sehr feiner und blasser Faden nach hinten zu zwischen den Längscommissuren und teilt sich auf der Höhe des folgenden Ganglions in zwei Aeste, welche am Grunde zu einem länglichen Ganglion (g) anschwellen. Jeder der beiden Aeste legt sich an die von dem Ganglion der centralen Kette abgehenden Seitennerven und verläuft zu den Luftlöchern (Stigmen) an den Seiten des Körpers, wo sie die Muskeln des Tracheenverschlussapparates mit Nerven versorgen.

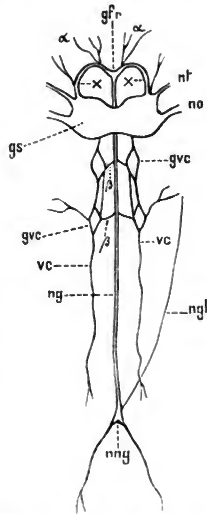


Fig. 264. Das unpaare und paarige System der sympathischen Nerven eines Insekts. Schematisch nach Johannes Müller und J. F. Brandt. gs, oberes Schlundganglion; nt, Fühlernerv; no, Sehnerv. I. Das unpaare System: x, x, die beiden Wurzeln desselben; gfr, das Stirnknötchen (Stirnganglion); α, die zu den oberen Mundteilen abgehenden Nerven; ng, der Stamm; nng, das hintere, auf dem Darmrohr liegende Ganglion; ngl, der zu den Speicheldrüsen gehende Nerv. — II. Das paarige System: gvc, die Ganglien desselben; vc, die hinteren, neben dem Schlundrohr verlaufenden Nerven; β, die Verbindungsnerven zwischen beiden Systemen.

Die erwähnten Nebensysteme des Nervenapparates finden sich allgemein bei den Insekten und Myriopoden. Dem Ganglion frontale der Insekten entspricht nach der Angabe von Viallanes (1887) das Ganglion stomatogastricum der Krebse.

Litteratur über die Nerven der Eingeweide.

Müller, Johannes, Ueber ein eigentümliches, dem Nervus sympathicus analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insekten. Mit 3 Taf. (Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Curios. 1828. S. 73—108.)

Brandt, J. Fr., Bemerkungen über die Mund-, Magen- oder Eingeweidenerven der Evertebraten. (Mém. Acad. d. scienc. de St. Pétersbourg. VI. Sér. Tom. III. 2. part. 1835. 51 S. u. 3 Taf.)

Blanchard, E., Du grand sympatique chez les animaux articulés. (Annal. d. scienc. natur. 4. Sér. X. 1858. S. 5—10.)

Leydig, F., Vom Bau des tierischen Körpers. Tübingen, 1864. S. 204—206, 269—271.

—, —, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Tübingen, 1864. Taf. VII. Fig. 1 A, B.

Brandt, Ed., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Nervensystem der Hymenopteren. Mit 4 Taf. (Horae Soc. Entom. Ross. Bd. 14. 1879. — Separ. S. 14—16.)

Cattie, J. Th., Beiträge zur Kenntnis der Chorda supra-spinalis der Lepidoptera und des centralen, peripherischen und sympathischen Nervensystems der Raupen. Mit 1 Taf. (Zeitschr. für wissensch. Zool. 1881. 35. Bd. S. 304—320.)

Viallanes, H., Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux. (Annal. d. scienc. natur. 6. Sér. T. 14. 1882. 348 S., 18 Taf.)

Köstler, M., Ueber das Eingeweidenervensystem von *Periplaneta orientalis*. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 39. Bd. 1883. — Bertkau, Jahresber. S. 71—72.)

Burger, Dion., Ueber das sogenannte Bauchgefäss der Lepidopteren nebst einigen Bemerkungen über das sogenannte sympathische Nervensystem dieser Insektenordnung. (Niederländ. Archiv f. Zool. Bd. III. 1876.)

Lyonet. [Titel S. 342.]

Hofer, B., Untersuchungen über den Bau der Speicheldrüsen und des dazu gehörenden Nervenapparates von *Blatta*. (Nova Acta d. Kais. Leop.-Carolin. Deutschen Akad. d. Naturf. 1887. Bd. LI (Nr. 6). S. 345—395. Mit 3 Taf.)

Die histiologische Beschaffenheit und der Bau des Nervensystems.

An dem Baue des Nervensystems nehmen hauptsächlich teil:

1. Nervenzellen (Ganglienzellen),
2. Nervenfasern,
3. Stützsubstanz (Stützgewebe).

Dazu kommen noch Epithelzellen und Tracheenendverzweigungen. Nr. 1 und 2 sind die eigentlichen nervösen Bestandteile des Nervensystems, welchen die übrigen als nicht nervöse gegenüberstehen. Die Nervenzelle ist mit Fortsätzen versehen, und zwar gewöhnlich nur an einem Ende mit einem einfachen Fortsatze, und heisst dann unipolare Nervenzelle (Fig. 265 a), oder sie ist ausserdem auch an dem entgegengesetzten Pole mit einem Fortsatze versehen und heisst dann bipolare Ganglienzelle (Fig. 265 b). Der Fortsatz der Nervenzelle wird zur Nervenfaser. Die Nervenfasern stellen die Verbindung zwischen den Ganglien her. Sie bestehen aus Fäserchen (Fibrillen) und sind gewöhnlich bündelförmig vereinigt. Diese Faserbündel, in welchen die Fasern parallel nebeneinander verlaufen, sind die Nerven, das sind die Leitungsdrähte des Nervensystems. Auch die Commissuren bestehen nur aus Faserbündeln. Während die Nervenfasern die Leitung der Nerventhätigkeit vermitteln, fungieren in den Ganglien die Nervenzellen als Nervenherde.

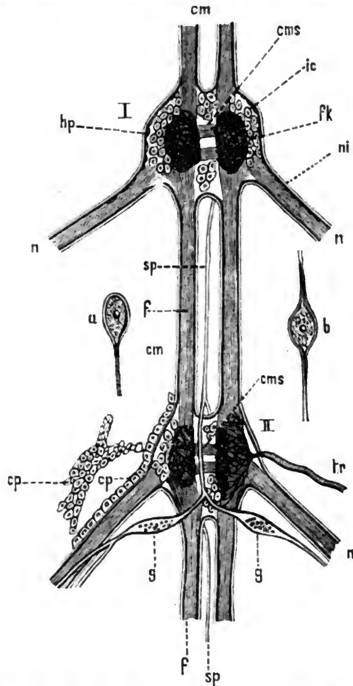


Fig. 265. Ein Teil der Bauchganglienkette der grünen Laubheuschrecke, *Locusta viridissima* L. Darstellung ihres feineren Baues. Nach Leydig.
I u. II. Zwei Ganglien; cm, Längscommissuren; n, von den Ganglien sich abzweigende Nerven; ni, innere Nervenscheide (Neurilemm); hp, Mutterzellenlage (Hypodermis) derselben; cp, äussere, vom Fettkörper gebildete Nervenscheide; cms, innere Quercommissuren zwischen den beiden Hälften der Ganglien; ic, den Kern umgebende Schicht unipolarer Zellen; fk, den Kern bildendes Faserkneuel im Innern der Ganglien; tr, ein die Ganglienzellen mit seinen zahlreichen Verzweigungen umspinnendes Luftröhrenstämmchen; sp, sympathische Nerven; g, deren ganglienartige Anschwellungen; a, eine unipolare Ganglienzelle; b, eine bipolare Ganglienzelle.

Die Stützsubstanz, welche die erwähnten Nervenelemente zusammenhält, besteht der Hauptsache nach aus eigentlichem Bindegewebe. Ein Bestandteil

des Stützgewebes sind aber auch die filz- oder netzartig ineinander verflochtenen feinsten Nervenfasern.

Die Ganglien sowohl, wie die Commissuren und Nerven sind von einer doppelten Hülle bekleidet, einer äusseren lockeren bindegewebeartigen, in den Fettkörper übergehenden Hülle, der äusseren Nervenscheide (Neurilemm) (Fig. 265 cp), und der inneren Nervenscheide (ni), einer chitinösen Membran, welcher nach innen zu eine Hypodermisschicht (hp) anliegt. Die Commissuren bestehen im Innern nur aus Nervenfasern. Die histiologische Beschaffenheit der Ganglien lässt keinen Zweifel darüber, dass sie, welche schon äusserlich als Nervenzentren erscheinen, von denen Nerven ausstrahlen, auch wirklich die Centralpunkte der Nervenorganisation sind. Die Ganglien enthalten im Innern eine weisse Masse, welche nach aussen zu eine Schicht unipolarer Ganglienzellen (Fig. 265 ic) aufweist, während ihr Kern von einem dichten Gewirre faserartiger Elemente (fk) durchwebt wird. An der Bildung dieses unentwirrbaren Faserknotens nehmen namentlich die von den unipolaren Zellen ausgehenden Nervenfasern, sodann aber auch baumartig verzweigte Luftröhrenstämmchen (tr) teil.

Ueber die Beziehungen der äusseren Hülle des Bauchnervenstranges zur Leydigschen Chorda vergl. J. Nusbaum. Zool. Anzeig. 1884. S. 17.

Die beiden Hälften jedes Ganglions, welche gewöhnlich miteinander dicht verbunden sind, werden im Innern durch zwei Querbalken zusammengehalten (Fig. 265 cms). Diese beiden Querbalken sind gleich den Verbindungssträngen (Commissuren) der Ganglien aus bündelartig aneinander gefügten Fasern zusammengesetzt.

Etwas Licht auf die mannigfaltigen Funktionen des Centralnervenstranges, auf welche wir in dem folgenden Abschnitt unsere Aufmerksamkeit richten wollen, wirft der verschiedenartige Verlauf der Nervenfasern in demselben. Es gibt erstens Nervenfasern, welche an demselben Ganglion, aus deren Zellen sie entspringen, den Kern verlassen und sich an die Peripherie des Ganglions begeben. Je zahlreicher diese Art von Fasern ist, um so selbständiger ist die Funktion dieses Ganglions. Eine zweite Art von Nervenfasern durchzieht erst eine Strecke weit den Centralnervenstrang, ohne sich auf ihrem Wege mit Ganglien zu verbinden, und tritt erst am Ende ihres Verlaufes nach Uebergehung der berührten Ganglien durch eine Seitenwendung mit einem Ganglion in nähere Beziehung. Durch diese Einrichtung wird ein Ganglion mit einem entfernten Ganglion direkt verbunden. Drittens finden wir Nervenfasern, welche ganz central verlaufen und die Ganglien miteinander in gegenseitige Verbindung bringen. Viertens sind noch diejenigen Fasern zu nennen, welche die beiden Hälften der Ganglien miteinander verbinden. Vergl. des Weiteren V. Graber, der Organismus der Insekten. 1877. S. 243 ff.

Die Funktionen der Nerven und der einzelnen Nervencentren.

Es werden unterschieden:

1. sensible, den Empfindungen dienende, und
2. motorische, die Bewegungen vermittelnde Nerven.

Unter den sensiblen Nerven nehmen wir solche wahr, welche bei Schmerz erregt werden, und solche, welche den Sinnesorganen zu Grunde liegen. Die motorischen Nerven stehen in enger Beziehung zu den Muskeln, indem sie ihre molekularen Bewegungen auf diese übertragen und dadurch die Muskelthätigkeit hervorrufen. Die Sensibilität und die bewegende Kraft sind in einem Ganglion getrennt lokalisiert, indem der ventrale Teil sensitiv, der dorsale motorisch ist. Von der ventralen Seite gehen demgemäss die sensiblen, von der dorsalen Seite die motorischen Nerven aus. Es gibt ausserdem gemischte Nerven, in welchen die sensiblen und motorischen Nerven vereinigt sind. Die gemischten Nerven senden einige Zweige aus, von denen ein Teil behufs sensibler Funktion an die Haut geht, ein Teil aber wegen ihrer motorischen Bestimmung Muskeln versorgt. Die in die Gliedmaassen eintretenden Nerven sind gemischter Natur. Jeder gemischte Nerv hat einige Wurzeln; die zu dem motorischen Teile desselben gehörigen Wurzeln entspringen von der dorsalen, die Wurzeln des sensiblen Teiles von der ventralen Seite.

Die sensiblen und die motorischen Nerven haben ganz verschiedene Endigungen. Die sensiblen Nerven oder Sinnesnerven gehen an die äussere Körperhaut, wo sie die von ausserhalb kommenden Eindrücke aufnehmen und an die Nervenzentren übermitteln. Weiter hinten in dem Kapitel über die Sinnesorgane wird hierauf näher eingegangen werden. Die motorischen Nerven endigen in dem sogenannten Nervenhügel an Muskelfasern, wo sie die „Nervenendplatte“ bilden. Es ist dabei hinsichtlich der physiologischen Wirkung des Nerven bemerkenswert, dass hier das Neurilemm desselben sich mit dem Sarkolemm der Muskelfaser (S. 356 dieses Buches) verbindet, und die Nervenzellen in der Nervenendplatte sich auf der Faser ausbreiten.

Der centrale Sitz für die Funktionen des Nervensystems ist nicht etwa ein Hauptganglion, etwa das Gehirn (Oberschlundganglion); es ist vielmehr eine merkwürdige Thatsache, dass jedes Ganglion der Sitz selbständiger Lebensäusserungen ist. Obwohl, wie schon erwähnt, voneinander entfernte Ganglien, namentlich das Gehirn und die übrigen Ganglien des Centralstranges, durch Nervenfaserleitungen miteinander verbunden und der Sitz selbständiger Lebensäusserungen sind, so sind dennoch die einzelnen Ganglien als Nervencentren voneinander unabhängig. Die von einem Ganglion ausgehenden Lebensäusserungen werden nur durch die aus ihm selbst oder aus den zu ihm gehörigen Commissuren vermittelt. Auch die beiden Hälften eines Ganglions sind voneinander unabhängig. Wir können diese

Selbständigkeit der Ganglien an Insekten beobachten, deren Ganglienkette durchschnitten wird, oder deren Ganglien verletzt werden. Enthauptete Insekten vermögen (allerdings wohl nur auf äussere Reizung) noch wochenlang die Flügel und Beine zu bewegen. Die Reizung der motorischen Nervensubstanz der Brustganglien durch Vermittelung des Gehirns ist in diesem Falle also überflüssig.

Eine Verletzung des vorderen Teiles des Gehirns macht der Funktionsfähigkeit der Fühler ein Ende. Ein Eingriff in das Unterschlundganglion stört die Thätigkeit der Mundteile, nicht aber die der Fühler. Ein Reiz auf das letzte Hinterleibsganglion bewirkt, dass das Begattungsorgan hervorgestossen wird. Dies ist nicht möglich, wenn die vorhergehenden Ganglien gereizt werden; aber selbst eine Durchschneidung der Verbindungsstränge zwischen dem vorletzten und dem letzten Ganglion hebt die durch Reizung des letzteren hervorzurufenden Erektionen des Begattungsgliedes nicht auf.

Eine Zerstörung des Gehirns hat das Aufhören des Richtungsvermögens selbst flugtüchtiger Insekten zur Folge, die sich alsdann im Kreise oder in Spiralen bewegen.

Eine Abtrennung des Ganglion frontale hebt die Schlingbewegungen auf, während die Abtragung der Ganglien des paarigen Systems sie anfangs beschleunigt.

Yersin kam bei seinen Versuchen an Insekten, deren Nervenstrang er an verschiedenen Stellen durchschitt und die Ganglien auf diese Weise isolierte, zu folgenden Resultaten:

1. Die Durchschneidung eines Nerven nahe an seiner Ursprungsstelle macht das von diesem Nerven versorgte Organ unfähig, zu funktionieren.
2. Wird der Verbindungsstrang zwischen zwei Nervenknoten, z. B. zwischen dem zweiten und dritten Brustganglion durchschnitten, so behält sowohl der vordere wie der hintere Teil des Körpers seine Bewegung und Empfindung bei, aber ein auf den vorderen Körperteil ausgeübter Reiz wirkt nicht auf den hinteren und umgekehrt.
3. Insekten mit unvollkommener Verwandlung werden nach Durchschneidung des Nervenstranges nicht in jedem Falle unfähig, sich zu häuten und weiter zu entwickeln.
4. Wenn nur einer der beiden Längscommissuren durchschnitten wird, so verlieren die Glieder der durchschnittenen Seite, welche zwischen der verletzten Stelle und dem Hinterende des Körpers ihren Ursprung nehmen, oft an Empfindung und freier Bewegung, oder die Ortsbewegung wird unregelmässig; zuweilen tritt ein Mangel an Gleichgewicht ein, so dass das Insekt sich im Kreise herumdreht. Längere Zeit nach der Operation verwischen sich diese Erscheinungen wieder, und die Bewegungen der Glieder auf der verletzten Seite sind nur noch etwas geniert. Bei Durchschneidung

beider Commissuren an irgend einer Stelle wird die Ortsbewegung nicht beeinträchtigt.

5. Die Durchschneidung der Verbindungsstränge scheint auf die Ernährung keinen Einfluss zu haben, aber die Fortpflanzungsfähigkeit hört auf; die Begattungsversuche des Männchens bleiben resultatlos, das begattete Weibchen legt keine Eier.
6. Wird das Gehirn oder ein anderes Ganglion, z. B. das zu den Mundteilen gehörige oder eines der Brustganglien, verletzt, so tritt augenblicklich eine Erlahmung des betreffenden Ganglions ein. Später tritt ein convulsivisches Zittern ein, welches den ganzen Körper oder nur die von dem verletzten Nervenknoten versorgten Glieder betrifft.
7. Infolge einer Verletzung des Gehirns hört das Gleichgewicht in den Bewegungen derart auf, dass sich das Insekt im Kreise bewegt; eine so verletzte Libelle oder Fliege beschreibt im Fluge einen Kreis oder eine Spirale.
8. Bei der Verletzung eines Brustnervenknotens erlahmen augenblicklich ein oder alle Organe, welche von diesem Ganglion Nerven erhalten; später werden die Funktionen in diesen Organen wieder hergestellt; zuweilen beschreibt das Insekt auch Kreise beim Gehen. Faivre beobachtete, dass nach Zerstörung des Metathorakalganglions eines Schwimmkäfers *(Dytiscus marginalis)* die Hinterflügel und Schwimmbeine gelähmt waren.
9. Infolge der Verletzungen eines Nervenknotens leiden stets die Willenskraft, die Intelligenz und der Instinkt des Insekts.

Die gleichen Resultate wie Yersin (unter 7) hat auch Steiner aus seinen Versuchen erlangt, aber in bestimmterer Form mitgeteilt. Darnach bewirkt einseitige Abtragung des oberen Schlundganglions, dass das Insekt Kreisbewegungen nach der unverletzten Seite macht. Das obere Schlundganglion enthält also das Bewegungscentrum. (Sitzungsber. Königl. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1890. I. S. 42.)

Nach Faivre ist der obere Schlundknoten (das eigentliche Gehirn) der Sitz des Willens und der Bestimmung der Ortsbewegung, während der untere Schlundknoten der Sitz der erregenden Ursache und des sich bethätigenden Willens ist. (Compt. rend. Acad. de Paris, 6. avril 1857; Revue et Mag. de Zool. IX, S. 185.) Bei enthaupteten Insekten finden wir diese Ansicht bestätigt; dieselben sind, obgleich sie auf Reiz sich lebhaft bewegen, völlig willenlos.

Nicht ganz so willenlos erscheint in manchen Fällen der Kopf eines enthaupteten Insekts. Ein vom Körper abgetrennter Kopf ist entweder bald tot oder er lebt noch einige Zeit und ist für äussere Reize empfänglich, woraus zu schliessen ist, dass die Kopfganglien einen selbständigen Lebensherd bilden. Der einem Maikäfer *(Melolontha hippocastani)* abgenommene Kopf, der auch im vollen Leben

wenig thätig ist, liegt unmittelbar nach der Decapitation sozusagen stumpfsinnig da. Nicht viel mehr Leben zeigt der Kopf eines Schmetterlings, z. B. einer *Vanessa io;* einige Minuten nach der Hinrichtung bewegt er noch bei Berührung die Fühler. Anders ist es bei den Wasserjungfern (Odonata). Einst ging der Verfasser dieses Buches im Walde spazieren, als von hoch oben her der Kopf einer Wasserjungfer, *Cordulia aenea,* ihm vor die Füsse fiel. Der Kopf war ganz frisch und ohne Zweifel von einem Vogel abgebissen und fallen gelassen. Er bewegte seine Mundteile. Wenn ihm ein Insekt vorgehalten wurde, so dass dieses die Kiefer und Lippen berührte, dann schnappten diese Mundteile darnach und und kauten das Insekt ein wenig. Die Bewegung der Mundteile dauerte eine Viertelstunde. Anfangs war von den inneren Teilen des Kopfes auch noch der Schlund thätig gewesen.

Wenn der Hinterleib vom Körper abgetrennt wird, so wird die Atmung des Hinterleibes nicht unterbrochen. Der Sitz der respiratorischen Bewegungen kann also nicht, wie Faivre annimmt, das Ganglion der Hinterbrust sein, sondern muss von den Ganglien des Hinterleibes beeinflusst werden.

Ueber das letzte Abdominalganglion wurde schon S. 104 mitgeteilt, dass es den Genitalorganen (männlichen und weiblichen) als Nervencentrum dient.

Der Schlundmagennerv, der durch Vermittelung des Stirnganglions (Ganglion frontale) die Verdauung reguliert, hat nur einen geringen Grad von Sensibilität; das Insekt bleibt ruhig, selbst dann, wenn auf das Darmrohr ein heftiger Reiz ausgeübt wird.

Eine Zerstörung des Stirnganglions oder eine Durchschneidung der dasselbe mit dem Oberschlundganglion (Gehirn) verbindenden Commissuren hat ein Aufhören der Schluckbewegungen, eine Reizung dagegen energische Schluckbewegungen zur Folge. (Faivre.)

Litteratur über die Funktion der Nerven.

Yersin, Alexander, Recherches sur les fonctions du système nerveux dans les animaux articulés. (Bull. Soc. Vaudoise Scienc. Natur. 1856. Bd. 5. S. 119—122; — 1857. Bd. 5. S. 284—306. — Bericht v. Gerstaecker, 1856. S. 12—14, 1857. S. 8.)

—, —, Sur la neurophysiologie du grillon. (Compt. Rend. d. l. 45. Sess. d. l. Soc. Suisse. d. Sc. nat. Lausanne, 1861. S. 26—28.)

—, —, Mémoire sur la physiologie du système nerveux dans le grillon champêtre. (Compt. Rend. Acad. Paris, 1862. T. 54. S. 273—274.)

Faivre, E., Du cerveau des Dytisques, consideré dans ses rapports avec la locomotion. (Annal. d. scienc. natur. 1857. 4. Sér. T. VIII. S. 245—274.)

—, —, Études sur les fonctions et les propriétés des nerfs crâniens chez le Dytisque. (Compt. Rend. Acad. Paris, 1857. T. 45. S. 2—5.)

Faivre, E., Études sur la physiologie des nerfs crâniens chez le Dytisque. (Annal. d. scienc. natur. 1858. 4. Sér. Vol. IX. S. 23—51.)

—, —, Recherches expérimentales sur la distinction de la sensibilité et de l'excitabilité dans les diverses parties du système nerveux d'un insecte, le Dytiscus marginalis. (Ebenda. 5. Sér. Vol. I. 1864. S. 89—104.)

—, —, De l'influence du système nerveux sur la respiration des Dytisques. (Ebenda. 4. Sér. 13. Bd. S. 320—336. — Gerstaeckers Bericht f. 1859 und 1860. S. 20—21.)

—, —, Recherches sur les propriétés et les fonctions des nerfs et des muscles de la vie organique chez un insecte, le Dytiscus marginalis. (Annal. d. scienc. natur. Zool. 4. Sér. T. 17. 1862. S. 329—361; — Compt. rend. de l'Acad. d. scienc. 1861. T. 52. S. 651—654. Bericht, Gerstaecker, S. 17—18.)

—, —, Expériences sur le rôle du cerveau dans l'ingestion chez les insects, et sur les fonctions du ganglion frontal. (Compt. Rend. et Mém. Soc. de Biol. 3. Sér. T. 5. 1864. C. R. S. 101—104.)

Steiner, J., Die Funktionen des Centralnervensystems der wirbellosen Tiere. (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1890. I. S. 39—49 (41—43).

Studer, Th., Ueber Nervenendigung bei Insekten. (Berner Mitteil. 1873. Sep. 8 S. u. 1 Taf.)

Die Hautsinnesorgane.

Zu den wichtigsten Funktionen des Hauptnervensystems gehört die Vermittlung des sinnlichen Empfindungsvermögens, des Sehens, Riechens, Schmeckens, Hörens und Fühlens. Es sind, wie S. 423 mitgeteilt ist, die sensiblen Nerven (Sinnesnerven), welche diese Aufgabe haben. Die hauptsächlichsten Sinnesnerven gehen vom Gehirn und vom Unterschlundganglion aus; der Kopf ist also der Träger derselben. Am Kopfe befinden sich die zum Sehen, Riechen, Schmecken, Hören und Tasten dienenden Organe, und zwar, abgesehen von den Augen, auf den Fühlern und Tastern, in der Mundhöhle und an der Zunge. Tastorgane sind aber auch an den übrigen Körperabschnitten vorhanden, bei gewissen Insekten auch Gehörorgane.

Die Nervenendigung der Sinnesnerven liegt naturgemäss in der Haut des Körpers und der Körperteile (Fig. 266). Ein grosser Teil der Sinnesnerven steht mit Haaren in Verbindung. Diese Sinneshaare sind nur durch Verbindung mit Nerven umgebildete Haare. Die übrigen Nervenendigungen (Fig. 267) treten stets an der äusseren Haut (und zwar gleichfalls wie die Haare) in Verbindung mit deren Elementen auf, meistens als Papillen, Riechkolben, Schmeckfäden, Sinneskegel oder Tastborsten, und befinden sich entweder frei

an der Hautfläche (Fig. 267 I, II, III, IV) oder sind einer Chitingrube eingefügt (Fig. 267 V—VIII). Eine Chitingrube (g) ist eine rundliche, kleine, das Ende eines Porenkanals bildende Oeffnung in der Chitindecke. Die verschiedenen Formen dieser Sinnesapparate sind trotz aller Mannigfaltigkeit nur Modificationen einfacher Chitinhaare. (Leydig, Forel.)

Oft erscheinen die zu Sinneswahrnehmungen dienenden Haare als gewöhnliche Haare (Fig. 266 sh); doch befinden sich am Grunde derselben in der Hypodermis (hyp) zu je einem Haargebilde gehörige Gruppen von Zellen, welche „Sinneszellen" genannt werden und stets von dem ganglienförmigen Endstücke eines Nerven (n) umschlossen sind (sz). Es verteilt sich an die Sinneszellen der dem Sinnesorgane zukommende Nerv; die zu einer länglichen Gruppe vereinigten Zellen entsenden lange feine Fortsätze nach vorn in das Haargebilde; diese legen sich zu einem Bündel, dem Terminalstrange (Achsenfaden, Chorda) zusammen (Fig. 267 III t), welcher häufig seine Zusammensetzung aus einzelnen Fasern erkennen lässt. „Die Gruppe der Sinneszellen ist mit einer Hülle umkleidet, die aus flachen Zellen mit abgeplatteten Kernen (Fig. 266 z) besteht und als kontinuierliche Fortsetzung des Neurilemms des Nerven erscheint. Häufig ist es deutlich zu sehen, dass diese Hülle den Terminalstrang umkleidet und sich an den unteren Rand des Porenkanals ansetzt." (O. vom Rath.)

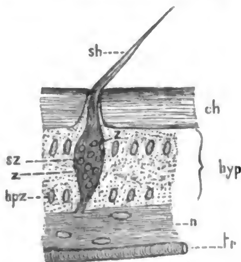


Fig. 266.
Längsschnitt durch ein Stück eines Fühlers der Feuerwanze, *Pyrrhocoris apterus*. Nach O. vom Rath.
ch, äussere Chitinhaut; hyp, Hypodermis; hpz, Hypodermiszellen; n, Nerv; tr, Luftröhrenästchen (Trachee); sh, Sinneshaar; sz, Fortsatz des Nerven n mit den Sinneszellen; z, flache Zellen in der Hülle der ganglienförmigen Anschwellung.

Es giebt Sinneshaare von verschiedener Länge und Beschaffenheit. Gewöhnlich sind die Sinneshaare viel kürzer als die gewöhnlichen Haare. Das Haar sitzt oft einer Erhebung, einer sogenannten Papille (kuppelförmigen Chitinmembran, Kuppelmembran Kräpelins, membran péripilaire Forels) (Fig. 267 VIII k) auf, welche sich von dem Rande des Porenkanals erhebt.

Die Chitingruben sind kleine grubenförmige Vertiefungen in der Chitindecke. Auf dem Grunde der Grube erhebt sich ein mit einem Haare oder einer kurzen Borste gekrönter Kegel (Sinneskegel) (Fig. 267 V sk), welcher in der Weise wie die Sinneshaare (Sinneskegel) der Oberfläche mit dem Nervenapparat und den Sinneszellen in Verbindung steht. Es kommt auch vor, dass eine Grube mehrere Sinneskegel enthält, z. B. an den Antennen vieler Dipteren.

Oft ist die Borste sehr kurz und erhebt sich nicht bis zum Rande der Grube (V, VII), oft überragt sie den Rand ein wenig und ist gerade oder gekrümmt (VI). Zuweilen hat die Grube nur eine geringe Tiefe (V), zuweilen ist sie tief eingesenkt (VII). In zweifelhaften Fällen wird angegeben, dass die Grube mit einer Membran geschlossen sei (VIII).

Gruben mit Papillen ohne Sinneshaar. Vom Grunde der Grube erhebt sich ein papillenförmiges, den Rand der Grube fast erreichendes Gebilde. Die Chitinschicht desselben ist gleichmässig

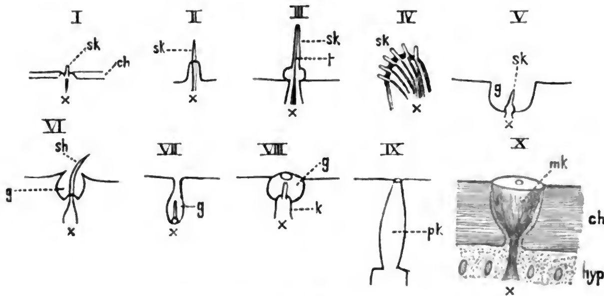


Fig 267.
Verschiedene Formen von Sinnesorganen an den Fühlern, Tastern, Zunge, Unterkiefern verschiedener Insekten. Nach O vom Rath.

I. Sinnesorgan vom äusseren Lappen des Unterkiefers von *Sialis*.
II. Sinneskegel der Unterlippe von *Machilis polypoda*.
III. Ein Sinneskegel der Zungenspitze von *Vespa vulgaris*.
IV. Spitzenteil eines Kiefertasters von *Melolontha vulgaris* mit Sinneskegel.
V. Chitingrube mit einem Sinneskegel von einem Fühler der *Cetonia aurata*.
VI. Chitingrube mit einem Sinneshaar von einem Fühler eines *Bombylius*.
VII. Chitingrube mit einem Sinneskegel von demselben Insekt.
VIII. Sinnesgrube von einem Fühler des *Gomphocerus rufus*.
IX. Ein Porenkanal vom Fühler eines *Necrophorus*.
X. Membrankanal vom Fühler der *Cetonia aurata*.

g, Chitingrube mit einem Sinneskegel oder Sinneshaar; sk, Sinneskegel; sh, Sinneshaar; x, hier setzt sich der Nervenfortsatz sz mit den Sinneszellen fort, wie in Fig. 266 zu sehen; t, Endteil des Nervenfortsatzes (Terminalstrang); pk, Porenkanal; mk, Membrankanal; k, Kuppelmembran; ch, Chitinhaut; hyp, Hypodermis.

dünn; die Spitze ist etwas abgeflacht; ein haarförmiges Gebilde fehlt auf dem Gipfel der Papille. Organe dieser Art werden in ziemlich grosser Zahl an den Fühlern des Maikäfers *(Melolontha)* gefunden. (Kräpelin, O. vom Rath.)

Membrankanäle. Die Verschlussplatte eines Membrankanals (Fig. 267 X) liegt in der Ebene der Fühleroberfläche. Zu jedem Membrankanal gehört eine Gruppe von Sinneszellen. *(Cetonia,* Hymenoptera.) Bei *Necrophorus* fand O. vom Rath Durchbohrungen des Chitins, welche er „Porenkanäle“ nannte (Fig. IX). Die letzteren sind keine

Gruben und zeigen keinerlei Haargebilde; sie scheinen oben mit einer Membran geschlossen zu sein und können vielleicht den Membrankanälen von *Cetonia* homolog gesetzt werden. Da sie aber noch nicht zu deuten sind, so steht den Ansichten über ihre Bedeutung noch ein weites Feld offen; vielleicht sind sie als Drüsengänge anzusprechen, da sie mit einer langgestreckten Zelle verbunden sind.

Sinnesapparate an den Fühlern. Der Geruchssinn.

Aus vielen Anzeichen wissen wir, dass einige Sinne der Insekten sehr fein ausgebildet sind. Die Aas- und Kotfresser riechen ihre Nahrung schon aus weiter Ferne; denn von allen Seiten kommen sie herbei und vereinigen sich dort, wo sich Aas oder Kot befindet. Bei einem der bekanntesten Mistkäfer, *Geotrypes stercorarius* ist nach vom Rath die ganze Oberfläche der Fühler mit kleinen Sinneskegeln dicht besetzt. Es ist also wahrscheinlich, dass die Fühler der Sitz des Geruchssinnes sind. Da die Taster ähnliche Sinnesapparate besitzen wie die Fühler, so könnte auch jenen das Geruchsvermögen zugesprochen werden. Aber Plateaus Versuche widerlegen dies; er nahm Käfern und Orthopteren die Palpen ab und fand, dass ihre Entfernung das Aufspüren der Nahrung und das Geruchsvermögen nicht beeinträchtigten.

Bei Hymenopteren, z. B. bei *Ichneumon, Vespa, Apis* und *Bombus*, fand O. vom Rath an den Antennen in grosser Anzahl Porenkanäle, welche an anderen Körperanhängen nicht vorkommen. Vielleicht ist auf diese Apparate das feine Spür- und Geruchsvermögen der genannten Insekten zurückzuführen. Die Findigkeit eines Ichneumon zeigt z. B. folgender Fall, den der Entomologe Teich mitteilt. Dieser zog häufig eine bestimmte Art von *Ichneumon* aus Puppen von *Bombyx crataegi*. Er gelangte vermöge seiner Kenntnis von dem Feinde dieses Schmetterlings mit Hülfe eines dieser Ichneumonen in den Besitz einer Raupe jener Art. Er sah einmal ein Exemplar der Ichneumonart wenige Schritte vor sich auf einen *Vaccinium*busch zufliegen, dessen Laub so dicht war, dass ein Blick in das Innere des Busches ganz unmöglich erschien. Der Ichneumon lief unruhig tastend und witternd auf dem Laubwerk umher und bemühte sich offenbar, dasselbe zu durchdringen. Dieses Gebahren erweckte in dem Beobachter die Vermutung, dass im Innern des Busches eine *Crataegi*-Raupe sitze. Er bog die Zweige auseinander und fand richtig dicht am Boden die Raupe: ein Beweis, dass der Ichneumon, nur dem Geruche (Spürvermögen) folgend, das so gut versteckte Tier gefunden hatte.

Wie ungenügend manche Schutzvorrichtung gegen die Findigkeit der Schmarotzer ist, scheint auch folgender Fall zu beweisen. Das Weibchen eines grossen, auf der Zitterpappel und Erle lebenden

Gallinsektes legte seine Eier in einen weissen Ueberzug von Fäden; dennoch fand ein Parasit aus der Abteilung der Mymariden Zugang zu denselben. (Aurivillius.)

Biologische Entdeckungen gewinnen an Wert, wenn sie physiologische und anatomische Untersuchungen im Gefolge haben.

Noch auf einige interessante Ergebnisse aus den Beobachtungen einiger Naturforscher verdient aufmerksam gemacht zu werden, aus denen mit Sicherheit hervorgeht, dass die Antennen mit ihren Sinnesapparaten als Geruchsorgane fungieren. Nach den von Graber (1887) angestellten Versuchen werden fühlertragende Schaben *(Periplaneta)* von stark riechendem Käse abgestossen, die ihrer Fühler beraubten dagegen nicht mehr.

Hauser hielt verschiedenen Insekten mit Terpentinöl oder Essigsäure befeuchtete Glasstäbchen vor. Die Wirkung war eine augenscheinliche; denn die Insekten nahmen diese scharfriechenden Stoffe sofort wahr. Sie äusserten dies, indem sie ihre Fühler bewegten und plötzlich umkehrten. Es wurden ihnen die Fühler abgeschnitten, und jetzt gaben sie kein Zeichen mehr von Geruchsempfindung, wenn auch Terpentin oder Essigsäure in ihre unmittelbare Nähe gebracht wurde. Ebenso wurden Fliegen mit verstümmelten Fühlern nicht mehr von faulem Fleisch angezogen, welches vor der Verstümmelung eine grosse Anziehung auf sie geübt hatte. Eine Umhüllung der Fühler mit einer dünnen Schicht Paraffin verhinderte gleichfalls die Thätigkeit des Geruchsvermögens.

Trouvelot stellte folgende für die Beurteilung der Function der Insektenfühler wichtigen Versuche an. „Einigen Schmetterlingen *(Limenitis disippus)* wurden die Augen mit dicker Tinte verschmiert, und nachdem diese ganz eingetrocknet war, liess man die geblendeten Tiere frei, sie konnten nun merkwürdigerweise ganz gut fliegen, ohne gegen einen Gegenstand anzustossen, schienen vielmehr von der Nähe fremder Objecte Kenntnis zu haben und denselben auszuweichen. Dass sie aber wirklich blind waren, konnte man aus dem Umstande entnehmen, dass sie nicht, wie unverletzte, gegen das einzige, Licht gebende Fenster flogen. Wenn so geblendeten Tieren die Fühler abgeschnitten wurden, flogen sie gar nicht, fielen, in die Höhe geworfen, zu Boden, oft sogar ohne die Flügel auszubreiten und waren ganz unfähig, den Flug zu lenken."

„Einem geblendeten und seiner Fühler beraubten Schmetterlinge wurde mit einem Pinsel eine Zuckerlösung an die verschiedensten Teile des Kopfes gebracht, ohne dass das Tier reagierte. Als jedoch der Stumpf der Antennen berührt wurde, begann sofort ein lebhaftes Suchen nach der Süssigkeit."

„Durch eine andere Versuchsreihe überzeugte sich Herr Trouvelot, dass männliche Insekten mit verstümmelten Antennen die geschlechtliche Vereinigung mit unverletzten Weibchen nicht ausüben; während jede andere, scheinbar gleich grosse Verletzung am

Körper der Männchen eine ähnliche Unterdrückung des Geschlechtssinnes nicht zur Folge hat."

„Aus einem in einem langen Zuge dahin kriechenden Ameisenschwarme wurden einigen die Antennen abgeschnitten; die Wirkung davon war, dass sie ihre Gefährten nicht mehr zu kennen schienen, sie verliessen den allgemeinen Weg und kreisten fortwährend umher, den rechten Weg suchend, ohne ihn zu finden."

Forels Versuche bestätigen seine schon früher aufgestellte Behauptung, dass die Fühler der Sitz des Geruchssinnes seien. Fühlerlose *Formica sanguinea, pratensis, Camponotus ligniperdus* und *Lasius niger*, die zusammen in ein Gefäss gesetzt waren, verhielten sich gegen Angehörige ihrer bezüglichen Art und desselben Stockes wie gegen andere; *Camponotus ligniperdus* fütterten eine *F. sanguinea*. Ihrer Fühler beraubte *Myrmica ruginodis* wurden von einem kriegerischen Paroxysmus befallen, der sich in gleicher Weise gegen ihre Artgenossen wie gegen Fremde kehrte. Mehrere Fliegen, die ihre Eier oder junge Larven an faules Fleisch ablegten, fuhren mit dem Eierlegen fort, wenn sie irgendwie verletzt waren, nur wenn ihnen die Fühler exstirpiert waren, hörten sie auf zu legen. *Silpha, Philonthus, Creophilus, Aleochara, Necrophorus* konnten, wenn ihnen die Fühler genommen waren, einen in ihrer Nähe befindlichen Cadaver nicht aufspüren. Der Seidenspinner, *Sericaria mori* (Männchen) fand sein Weibchen nicht auf, wenn es keine Fühler mehr hatte.

Nachdem wir uns aus Vorstehendem einigermassen die Gewissheit verschafft haben, dass die Fühler der Sitz des Riechvermögens sind, gehen wir zur näheren Betrachtung der Geruchsorgane über.

Die Sinnesapparate der Fühler sind entweder auf das Ende einzelner Glieder, zuweilen der Endglieder, beschränkt oder über die ganze Oberfläche der Fühler zerstreut. Sie bestehen aus borstenförmigen oder kegelförmigen Haaren, Gruben und Membrankanälen.

Die Antennen sind in neuerer Zeit namentlich von Hauser, Kräpelin, Paul Mayer und O. vom Rath untersucht. Die Sinnesorgane derselben verhalten sich in den verschiedenen Insektenabteilungen wie folgt.

Lepidoptera. An den Fühlern derselben kommen sowohl auf der Fläche stehende Sinneshaare als auch einfache Chitingruben mit einem Sinneskegel, als auch grosse Gruben mit vielen Sinneskegeln vor. Die Sinneshaare, grosse, blasse, meist etwas gebogene, mehr oder weniger spitz auslaufende Chitinröhren, werden bei Vertretern der verschiedensten Ordnungen gefunden. Die einfachen Chitingruben sind auch allgemein verbreitet, während die Gruben mit vielen Sinneskegeln nur bei einzelnen Gattungen und nur in geringerer Anzahl gefunden werden. Die einfachen Gruben zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit der Formen. Sie können durch Einsenkung oder durch Erhebung ihrer Ränder mehr oder weniger tief erscheinen und tragen immer in ihrem Grunde einen Sinneskegel.

Manchmal ragt letzterer kaum bis zur halben Höhe der Grube hinauf. Auch sind eigentümliche, reusenartig nach der Mündung der Grube konvergierende haarartige Fortsätze vorhanden, die ohne Zweifel das Eindringen von fremden Körpern verhindern sollen. Die Gruben an den Fühlern der Tagschmetterlinge sind den einfachen der Fliegen sehr ähnlich und enthalten gewöhnlich nur einen, selten zwei Kegel.

Coleoptera. An den Fühlern der Käfer finden sich auf der Fläche stehende Sinneskegel und Sinnesborsten, sodann Membrankanäle, ferner Chitingruben mit je einem Sinneskegel; beim Maikäfer finden wir an manchen Stellen einen Komplex von einfachen Gruben in einer schüsselförmigen Vertiefung des Chitins zusammengelagert, „vergesellschaftete Gruben". Bei vielen Käfern sind lediglich auf der Fläche stehende Sinneskegel vorhanden. Bei *Geotrypes stercorarius* ist die ganze Oberfläche der Fühlerblätter mit kleinen Sinneskegeln dicht besetzt und lassen sich auf den Schnitten die Gruppen der Sinneszellen leicht nachweisen. Bei *Cetonia* sind die Blätter der Antennen mit Membrankanälen dicht besetzt, und vereinzelt finden sich zwischen diesen einfache Gruben mit einem Sinneskegel. Die Fühlerblätter des Maikäfers, welche von den Autoren am meisten und sorgfältigsten untersucht wurden, zeigen viel kompliciertere Verhältnisse als die von *Cetonia*, obgleich wahrscheinlich principielle Unterschiede nicht vorhanden sind. Es finden sich bei *Melolontha* 1. einfache Chitingruben mit einem kurzen blassen Sinneskegel, welcher einer kuppelförmigen, vom Grunde der Grube sich erhebenden Papille aufsitzt; 2. in grösserer Zahl vorhandene Gruben, von deren Grunde eine kuppelförmige, oben etwas abgeflachte Papille aufsteigt, die den Grubenrand nahezu erreicht und am Ende kein Haargebilde besitzt. (O vom Rath.)

Die Gruben wurden vermisst bei den Carabiden, Cerambyciden, Chrysomeliden, Curculioniden und Canthariden. Bei *Silpha, Necrophorus, Staphylinus, Philonthus* und *Tenebrio* wurden zahlreiche einfache Grübchen, bei *Philonthus* auch zusammengesetzte gesehen. (Hauser.)

Hymenoptera. Bei den Immen finden sich an den Fühlern 1. Membrankanäle, 2. Kegel von verschiedener Gestalt und 3. spitz endende Sinneshaare. Ausser diesen Organen hat Forel bei Ameisen und ebenso bei Hummeln und Bienen noch die mit den Sinnesorganen in Verbindung stehenden, in der Haut liegenden sogenannten Flaschen und Champagnerpfropforgane entdeckt. Während die Champagnerpropforgane bei Hummeln und Bienen wohl auf das Endglied beschränkt zu sein scheinen, finden sich die Forelschen Flaschen auch an verschiedenen Stellen der letzten Glieder. Die Form der Flaschen ist mannigfaltig; sie sind oft sehr lang und überaus schlank, oft aber recht kurz und breit. O. vom Rath fand die Forelschen Flaschen unter den Apiden bei *Apis, Bombus, Eucera, Xylocopa* und *Anthophora.*

Als echte Riechorgane dienen nach Schiemenz bei *Apis* die zwei in Gruben auf der Beugeseite der Antennen gelegenen Arten Nervenendapparate. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 30. Bd.)

Diptera. Bei den Antennen sowohl der Brachycera als der Nematocera sind es vor allem die Chitingruben mit Sinneskegeln, welche wegen ihrer Mannigfaltigkeit in bezug auf ihre Form und die Zahl der Sinneskegel unsere Aufmerksamkeit beanspruchen. Zuerst unterschied Leydig bei *Musca* die gewöhnlichen Gruben von den „Säckchen" oder zusammengesetzten Gruben, die man ohne Zwang als zusammengeflossene kleinere betrachten könne. Zwischen diesen einfachen Gruben mit einem Sinneskegel und den grossen Gruben mit vielen Sinneskegeln vermitteln Gruben mit einigen wenigen Sinneskegeln den Uebergang. (O. vom Rath.)

Die Gruben der Dipteren beschreibt Hauser genauer; sie sind bald einfach, mit nur einem Kegel, bald zusammengesetzt, nämlich mit einer grösseren Zahl (bis 100) Kegel versehen. Bei Tipuliden zeigten sich nur einfache Kegel; bei Tabaniden, Asiliden, Bombyliiden, Leptiden, Dolichopodiden, Stratiomyiden kommen beide Arten vor; bei den übrigen Familien wurden nur zusammengesetzte gefunden. Die Anzahl der Fühlergruben ist bei den verschiedenen Dipterenspezies sehr verschieden. Hauser fand bei *Helophilus floreus* auf jeder Fühlerseite nur eine einzige Grube, bei *Echinomyia grossa* deren über 200.

Neuroptera. Es finden sich bei *Sialis, Panorpa, Phryganea* und *Hemerobius* auf den Antennen keine Chitingruben vor, sondern nur auf der Fläche stehende Sinneshaare. Diese sind bei *Sialis* ziemlich kurz und gerade, bei *Panorpa* viel kürzer als die gewöhnlichen Haare. (O. vom Rath.)

Orthoptera. Die Fühlerglieder tragen vom achten Gliede an neben den Tastborsten Gruben, die etwas breiter als hoch und durch Einstülpung der Chitinhaut entstanden sind. Ob die von der gewöhnlichen Chitinhaut frei bleibende Oeffnung durch eine feine Membran geschlossen ist, liess sich nicht ermitteln. An jede Grube tritt ein Nervenästchen heran, das in einer grossen eiförmigen Zelle endigt. Diese Zelle ist eine modificierte Hypodermiszelle; sie durchbricht mit ihrem spitzen Ende den Boden der Grube und sendet einen Stift in den Hohlraum derselben hinein. Solche Gruben wurden bei *Oedipoda coerulescens, Caloptenus italicus, Stenobothrus, Gryllotalpa* und *Tettix* gefunden, bei *Mantis* aber vermisst. (Hauser.)

Hemiptera. An den Fühlern finden sich meist auf der Fläche stehende Sinneskegel, z. B. bei *Acanthosoma* (Kräpelin), *Pyrrhocoris* (vom Rath). Nach Hauser finden sich an den Fühlern der Hemipteren keine Gruben. Leydig fand bei *Lygaeus* und *Pentatoma* nur solche Gruben, aus denen sich ein Haar erhebt.

Bei der Schweinelaus *(Haematopinus suis)* und der Kleiderlaus *(Pediculus vestimenti)* trägt die Spitze des letzten Fühlergliedes

Gruppen von Kegeln. Ausserdem finden sich an den Fühlern einige wenige grosse, einfache, mit je einem Sinneskegel ausgestattete Chitingruben. (vom Rath.)

Unter den Aphiden finden sich nach Witlaczil an den Antennen der Männchen und der geflügelten parthenogenetischen Weibchen zahlreiche Geruchsgruben, während bei den ungeflügelten parthenogenetischen Weibchen weniger, und noch weniger bei den Herbstweibchen vorhanden sind.

* * *

Die Zahl der Geruchsgrübchen und Geruchskegel ist, wie schon angedeutet, je nach der Art oder Gattung eine sehr verschiedene. Die Honigbiene *(Apis mellifica)* besitzt 14000 bis 15000 Grübchen und etwa 200 Kegel an jedem Fühler; die Blattwespen viel weniger. Bei Fleisch- und Kotfliegen finden sich 60 bis 150 Grübchen, bei den auf Pflanzen lebenden Fliegen (*Trypeta* u. a.) nur 2 bis 5 an jedem Fühler.

Bei den aasliebenden Käfern, z. B. *Silpha, Necrophorus, Staphylinus* etc. ist die Zahl der Sinnesgrübchen sehr gross. Bei *Melolontha* finden sich an den Blättern des Fühlers des Männchens 39000, des Weibchens 35000 Grübchen. (Hauser.)

Das Centrum des Riechvermögens ist am Grunde des Fühlernervs, dort, wo dieser vom Gehirn ausgeht, zu suchen. An der Ursprungsstelle des Fühlernervs befinden sich eigentümliche rundliche Ballen; es sind die sogenanten Geruchskörper (glomeruli olfactorii), welche von Flögel (1878) und Bellonci (1880) aufgefunden sind. Um jeden Ballen herum zieht sich eine Lage von Fasern, die anscheinend in die Ballen eindringen. Flögel unterschied grobdrähtige Faserbündel von feindrähtigen. Um das Eindringen der Nerven in die Geruchskörper festzustellen, haben wir aufmerksam eins der grobdrähtigen Bündel zu verfolgen. Wir treffen dann auf Stellen, wo sich eine einzelne Faser daraus fast unter einem rechten Winkel abzweigt und geradewegs bis zum Mittelpunkt eines Geruchskörpers geht. Dort verzweigt sie sich in mehrere feine sparrige Aeste, die sich mit den festen Maschen des Geruchskörpernetzwerks zu verbinden scheinen.

Gehörapparate an den Fühlern.

Das Gehör wird, wie Beobachtungen und Versuche uns annehmen lassen, bei vielen Insekten gleichfalls durch die Fühler vermittelt. Wir werden weiter unten erfahren, dass bei gewissen Insekten auch an anderen Körperteilen sich Apparate befinden, welche für Gehörorgane gehalten werden.

Wird ein ruhig dasitzender Käfer durch ein lautes Geräusch erschreckt, so sehen wir, wie er die Fühler richtet und bewegt, als ob er sich genauer darüber unterrichten wolle, woher das Geräusch komme. Inderthat finden sich an den Fühlern bei mikroskopischer Untersuchung verschiedene Organe, nämlich ausser jenen Kegeln

und Gruben, welche in dem vorigen Abschnitte abgehandelt sind und mit dem Riechvermögen in Verbindung gebracht werden, auch die gleichfalls dort schon erwähnten Porenkanäle, deren Natur und Zweck begreiflicherweise nicht leicht zu erkennen ist. Sie finden sich, z. B. bei Käfern und Immen, zusammen mit den Kegeln und Gruben in grosser Zahl und nur an den Fühlern vor. Die Ameisen besitzen, wie uns O. vom Rath versichert, keine Porenkanäle.

Beobachtungen und Untersuchungen über das Gehörvermögen und dessen Sitz sind nur wenig bekannt. Einige werden im folgenden mitgeteilt.

Alfred M. Mayer stellte Untersuchungen an über die durch Töne verursachten Schwingungen der Fibrillen an den Antennen männlicher Mosquitos. Er befestigte einen männlichen lebenden Mosquito mit Schellack auf einer Glasplatte und stellte auf verschiedene Fibrillen ein Mikroskop mit 80facher Vergrösserung ein. „Dann brachte er in der Nähe successive eine Reihe von Stimmgabeln zum Tönen, während die Oeffnungen des Resonanzkastens den Fibrillen zugekehrt waren. Bei den ersten Versuchen mit einer C_4-Gabel von 512 Schwingungen in der Sekunde, sah er einen Teil der Fibrillen in lebhafte Schwingungen geraten, während andere verhältnismässig ruhig blieben. Er wiederholte die Versuche mit einer ganzen Reihe von Stimmgabeln und mass die Amplituden der Schwingungen der Enden von den Fibrillen. Die Tabelle der so erhaltenen Werte zeigt die vorwiegenden Effekte der C_4-Gabel. Um einen möglichen Einfluss der grösseren Schallintensität sicher auszuschliessen, liess er die Gabel, welche die stärkste Mitschwingung veranlasste, am schwächsten tönen, und dennoch gab diese den grössten Effekt auf die Fibrillen, so dass kein Zweifel darüber obwalten konnte, dass die betreffenden Fibrillen auf den erzeugten Ton abgestimmt sind. Interessant war ferner die Beobachtung, dass nächst dieser Note die Töne C_3 und C_5 grössere Schwingungsamplituden erzeugten, als die zwischenliegenden Noten. Aehnliche Versuchsreihen liessen andere Fibrillen erkennen, welche am stärksten in Schwingung gerieten, wenn die Gabel C_3 tönte.

„Eine Gabel, welche eine starke Mitschwingung in einer bestimmten Fibrille erregt, wird dem Mikroskop nahe gebracht, so dass die Axe des Resonanzkastens senkrecht zur Fibrille steht und seine Oeffnung dem Mikroskope zugekehrt ist. Die Fibrille gerät unter diesen Umständen in kräftige Schwingung, wenn die Gabel tönt; bewegt man aber den Kasten rings um das Gestell des Mikroskops, so dass die Axe des Kastens stets nach der Fibrille hinsieht, so werden die Schwingungsamplituden der Fibrillen allmählich kleiner; und wenn die Axe des Kastens zusammenfällt mit der Länge der Fibrille, und die Schallwellen somit auf die Fibrille in der Richtung ihrer Länge wirken, ist die Fibrille absolut ruhig und bleibt selbst so, wenn die Gabel in dieser Lage dem Mikroskope sehr nahe gebracht

wird." Der genannte Forscher schliesst aus seinen Wahrnehmungen, dass die Antennen die Organe sind, welche die Luftschwingungen aufnehmen, und dass diese auf einen Gehörapparat übertragen werden.

Betreffs des Gehörsinnes der Bienen kam Lubbock zu negativen Resultaten. Die Bienen nahmen in keinem Fall Notiz von sehr starken Geräuschen, die er hervorbrachte, selbst in ihrer nächsten Nähe. „Ich versuchte es bei einer meiner Bienen mit einer Geige. Ich machte so viel Lärm, wie ich nur konnte; aber zu meiner Ueberraschung kümmerte sie sich garnicht darum. Ich konnte nicht einmal ein Zucken der Fühler sehen. Am nächsten Tage versuchte ich dasselbe mit einer anderen Biene, konnte aber gleichfalls nicht das geringste Zeichen bemerken, dass sie das Geräusch wahrnahm. Am 31. August wiederholte ich dasselbe Experiment bei einer anderen Biene mit dem gleichen Erfolge. Am 12. und 13. September versuchte ich es bei mehreren Bienen mit einer Hundepfeife und einer gellenden Flöte, aber sie nahmen keine Notiz davon, und ebenso wenig Wirkung that eine Reihe von Stimmgabeln, mit der ich es später versuchte. Diese Stimmgabeln umfassten drei Oktaven, mit A beginnend. Ich versuchte ferner mit meiner Stimme dicht am Kopfe einer Biene zu schreien usw.; aber trotz meiner äussersten Anstrengungen kümmerte die Biene sich garnicht darum. Ich wiederholte diese Experimente bei Nacht, wenn die Bienen ruhig waren; kein Geräusch jedoch, dass ich hervorzubringen im stande war, schien sie im geringsten zu stören." (Ameisen, Bienen u. Wespen. S. 245.)

Auch die Ameisen sind nach Lubbocks Versuchen stumm. Indes teilt er eine Wahrnehmung des Obersten Long aus dessen Buch über Centralafrika (S. 274) mit, die das Hörvermögen dieser Insekten nicht in Abrede zu stellen scheinen. Long beobachtete, wie die Eingeborenen die ihnen als Speise dienenden Ameisen aus ihren Nestern hervorlocken: „Um ein Ameisenloch sassen zwei sehr hübsche Mädchen und schlugen im Takte zu einem nicht unmusikalischen Gesange auf einen umgekehrten Kürbis, „burmah"; dadurch wurde die unbedachtsame Ameise aus dem Nest gelockt und, sobald sie sich an der Oeffnung blicken liess, rasch ergriffen." (Lubbock, ebenda. S. 190.)

Ich selbst machte in einem kleinen Hause auf dem Lande folgende Beobachtung. In einem Zimmer zu ebener Erde zeigten sich an der, eine der Aussenseiten bildenden Mauer unten in einem schmalen Spalte zwischen der Mauer und dem hölzernen Fussboden Ameisen, welche offenbar von aussen her das anscheinend nicht tiefe Fundament der Mauer unterminiert hatten. Diese Ameisen kamen jedesmal dann in Mehrzahl aus der Ritze hervor, wenn in dem Zimmer auf der Geige musiziert und dazu gesungen wurde. Sonst zeigten sie sich nur selten. Die Art war *Lasius emarginatus* Oliv.

Forel ist betreffs des Gehörorgans der Insekten zu keinem

sicherem Resultate gekommen; alle Versuche, aus denen auf einen Gehörsinn geschlossen wurde, schliessen nicht Erschütterungen des Bodens oder der Luft aus, die als solche durch die Tastorgane wahrgenommen werden könnten.

Weitere Beobachtungen über das Gehör der Insekten finden sich in Lubbocks Buche über die Sinne und Sinnesorgane verzeichnet.

Sinnesapparate an den Tastern.

An der Spitze der Kiefer- und Lippentaster finden sich bei den Käfern, wie es scheint, ausnahmslos kleine verlängerte blasse Kegel, welche oft zahlreich sind und mit Gruppen von Sinneszellen und Nerven in Verbindung stehen. Diese Kegel sind auf ein weichhäutiges Feldchen beschränkt, welches namentlich bei allen am Ende breit abgestutzten Palpengliedern gross ist, nach dem Tode des Käfers aber einschrumpft und dann oft eingesenkt ist.

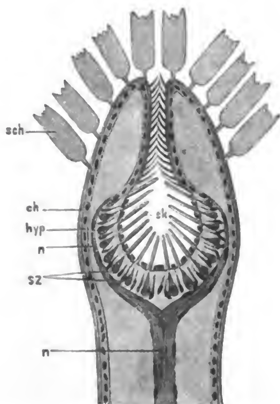


Fig. 268.
Längschnitt durch den Endteil eines Lippentasters des Kohlweisslings, *Pieris brassicae*. Nach O. vom Rath.
sk, Sinneskegel; sz, Sinneszellen; n, Nerv; ch, Chitinhaut; hyp, Hypodermis; sch, Schuppen.

An dem letzten Palpengliede der Schmetterlinge, und zwar bei sämtlichen von ihm untersuchten Arten der Tagfalter, Schwärmer und Nachtfalter, fand O. vom Rath eine tief eingesenkte grosse, meist flaschenförmige Grube, deren unterer Teil eine grosse Zahl von Sinneskegeln enthält. Die Oeffnung dieser Grube liegt meist an der Spitze der Palpe und ist von dichtstehenden Schuppen umstellt. Eins dieser merkwürdigen, bisher noch ganz unbekannt gewesenen Gebilde ist hier in einer, der Abhandlung des genannten Forschers entnommenen Abbildung (Fig. 268), welche das Endstück des Lippentasters des Kohlweisslings darstellt, beigefügt. „Der Grubenhals ist mit schräg nach vorn gerichteten Haaren dicht besetzt, so dass die Grube gegen störende Einflüsse von aussen gut geschützt wird. Zu den Sinneskegeln der Grube gehört je eine einzige grosse Sinneszelle, welche zwischen den Hypoderniszellen gelegen ist. An die Grube verteilt sich ein sehr starker Nerv.“ „Die Form der Grube variiert bei den

verschiedenen Gattungen, ebenso ihre Grösse im Vergleich zur Grösse der Palpe; der Hals kann kurz oder lang, der Bauchteil schlank oder dick sein; z. B. besitzt das Organ bei *Acherontia atropos* und bei *Sphinx convolvuli* einen kurzen Hals und einen weiten Bauch. Manchmal liegt die Oeffnung nicht an der Spitze der Palpe, sondern etwas proximalwärts."

Bei Neuropteren *(Sialis)* fand O. vom Rath auf den Palpen der Unterlippe wie der Maxillen an der Innenseite des konkav eingebuchteten Endgliedes, nahe an der Spitze, eine mit kleinen Kegeln bedeckte Ausstülpung; eben solche kleine Kegel auch auf dem äusseren Lobus der Maxille, und zwar auf der etwas gewölbten Vorderfläche und an der Aussenseite. Bei *Panorpa* findet sich auf den Palpenspitzen ein Sinnesfeld mit winzig kleinen Sinneskegeln vor. Ausser diesen kleinen Sinneskegeln sind in grosser Anzahl grössere Kegel über die ganze Palpe verteilt. Während die den kleinen Sinneskegeln zugehörigen Zellgruppen von unzweifelhaften Sinneszellen gebildet werden, könnten die Gruppen von Zellen, welche unter den grösseren Kegeln liegen, dem Habitus nach auch als Drüsen gedeutet werden. In beiden Fällen lässt sich das Herantreten von Nervenfasern nachweisen.

Sinnesorgane an den Palpen der Dipteren sind Gruben mit Sinneskegeln, welche sich bei *Bibio* am dritten Gliede befinden. Zwei oder drei solcher Gruben liegen zuweilen zusammen und sind durch eine niedrige Scheidewand getrennt.

An dem Endgliede der Palpen von Hymenopteren (Honigbiene) sah schon Leydig (Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1860), wie der Nerv nach den an der Spitze stehenden kegelförmigen Körpern verläuft und zuvor eine ganglionäre Anschwellung entwickelt.

An der Spitze der Palpen der Grylliden, Locustiden und Acridiiden fand O. vom Rath ein mit vielen kurzen Sinnesborsten besetztes Sinnesfeld (Fig. 269). Die umstehende Figur zeigt einen Längsschnitt des letzten Gliedes der Maxillarpalpe von *Locusta viridissima;* „man sieht den starken Nerven, der mitten im Gliede verläuft; der Tracheenstamm, welcher den Nerven begleitet, ist in der Zeichnung weggelassen. Der Nerv giebt in seinem Verlaufe seitlich feine Zweige ab; diese treten zu den kleinen Gruppen von Sinneszellen, welche den langen spitzen, zerstreut stehenden Sinneshaaren zugehören. Dann löst sich der Nerv in viele Aestchen auf, die zu den zahlreichen, dicht stehenden Sinneszellengruppen des terminalen Sinnesfeldes verlaufen; letztere entsenden ihre feinen Terminalstränge in die kürzeren spitzen Sinnesborsten, mit welchen das ganze Sinnesfeld in noch dichterer Weise als die Figur es zeigt, besetzt ist."

Abweichend von den auf S. 438 beschriebenen Sinnesorganen an den Tastern der Schmetterlinge sind folgende Gebilde.

An dem die innere Fläche des ersten Palpengliedes ganz oder

teilweise einnehmenden sogenannten „Basalflecke“ finden sich nach E. Reuter eigentümliche papillenförmige Organe, die sich schon mit geringerer Vergrösserung ziemlich deutlich erkennen lassen. Diese Organe sind kegelförmige, am Grunde von einer „Ringmembran“ umschlossene chitinöse Gebilde, die mit einer Nervenfaser, welche, bevor sie in den Kegel eintritt, eine gangliöse Anschwellung erkennen lässt, in Verbindung stehen und denjenigen Kegeln gleichen, welche bei Kräpelin (Geruchsorgane der Gliedertiere, 1883) und Forel (Études myrmecolog. 1884) abgebildet und als Geruchsorgane gedeutet sind, aber an den Fühlhörnern auftreten. Diese Gebilde treten zugleich mit den den Basalfleck durchziehenden Rillen auf; oft herrschen diese oder jene vor, oft fehlt das eine oder andere derselben. Die nicht selten nach Hunderten zu schätzenden Kegel sind meist am Grunde des Basalfleckes am zahlreichsten angesammelt und hier am meisten einander genähert; sie können auch eine nach einer oder mehreren Seiten ziemlich scharf begrenzte Fläche bilden, die bisweilen einen erhabenen kissenartigen Vorsprung darstellt.

Fig. 269.
Längsschnitt durch den Endteil eines Unterkiefertasters der grünen Laubheuschrecke, *Locusta viridissima*. Nach O. vom Rath.
sh¹, längere Sinneshaare; sh², kürzere Sinneshaare; sf, Sinnesfeld; pk, Porenkanal; szg, Sinneszellengruppen; bz, Begleitzellen; hyp, Hypodermis; n, Nerv mit den baumförmigen Verzweigungen; bk, Blutkörperchen; ch, Chitinhaut.

Neben diesen Chitinkegeln findet sich nach E. Reuter eine fast zahllose Menge anderer gleichfalls kegelförmiger Gebilde von viel geringerer Grösse.

Bei den Microlepidopteren kommen neben den eben erwähnten Kegeln auch die sogenannten „Gruben“ vor, welche ebenso beschaffen sind, wie die von Hauser, Kräpelin und Forel beschriebenen, auf

den Fühlern befindlichen. Die meisten Microlepidopteren besitzen an dem Basalflecke nur Gruben, andere nur Kegel, wie die Macrolepidopteren.

Reuter hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Kegel die Empfindungen des Geruches oder eines anderen, diesem gleichartigen und benachbarten Sinnes, dessen qualitative Leistungen nicht näher zu spezifizieren seien, vermitteln.

Bei den Rhopaloceren erreichen die Kegel die grösste Mannigfaltigkeit an Formen und den höchsten Grad der Entwickelung, und stellen zugleich nebst den Rillen die grössten Verschiedenheiten in ihrer Anordnung dar. Die Verschiedenheiten betreffen hauptsächlich die Gattungen; bei den Arten einer und derselben Gattung weisen die Kegel kaum wesentliche Unterschiede auf. Bei den Rhopaloceren sind die kegelförmigen Gebilde beim männlichen Geschlechte beträchtlich grösser als beim weiblichen.

* * *

Es ist noch nicht ausgemacht, welchem Sinne die an den Tastern vorkommenden Sinnesorgane dienen. Die allgemeine ältere Annahme bringt sie mit dem Gefühlsvermögen in Verbindung; das hat auch zu der Bezeichnung „Taster" geführt. Schon auf S. 220 ist mitgeteilt, dass sich gewisse Insekten in einer Weise der Taster bedienen, welche dem Gebrauche unserer Finger gleichkommt; und damit ist notwendig ein fein ausgebildetes Tastvermögen verbunden. Ein Tastvermögen in diesem Sinne kann aber nicht den Schmetterlingen zugeschrieben werden, wie ein Blick auf die Fig. 268 lehrt.

Mit dem Geruchssinne haben die Taster nichts zu thun, da nach den Versuchen Plateaus eine Abtragung der Taster das Geruchsvermögen nicht aufhebt.

Sinnesorgane in der Mundhöhle, an der Zunge, der Unterlippe, den Unterkiefern und dem Rüssel. Der Geschmackssinn.

Dass auch der Geschmackssinn bei vielen Insekten gut ausgebildet ist, darf aus der ausgewählten Nahrung, welche für die meisten Arten charakteristisch ist, geschlossen werden. Andere Insekten scheinen keine besonderen Feinschmecker zu sein, da sie alles fressen; manche nähren sich sowohl von tierischen, als pflanzlichen Stoffen in lebendem und faulendem Zustande. Bemerkenswert ist es, dass gewisse Käfer, z. B. Arten von *Carabus*, welchen längere Zeit hindurch eine und dieselbe Speise geboten wurde, schliesslich nach Abwechselung in der Nahrung verlangten. Dasselbe gilt von manchen Lepidopterenraupen, welche in ihrer Jugend von Kräutern leben, die sie verschmähen, wenn sie älter geworden sind. Ameisen scheinen häufig in der Nahrung zu wechseln, da sie sich von tierischen und pflanzlichen Stoffen ernähren; aber sie ziehen Honig allem anderen

vor und begeben sich zu diesem Zwecke gleich dem Bären mit Vorliebe in Bienenstöcke, müssen jedoch häufiger an Pflanzen, in Blüten und in den Blattlauskolonien nach ihrer Lieblingsspeise suchen. Jedenfalls zeugt ihre Vorliebe für Honig von einem ziemlich ausgebildeten Geschmacksvermögen. Forel stellte den Geschmack der Ameisen auf die Probe, indem er Morphin und Strychnin, mit Honig vermischt, seinen Ameisen vorsetzte. Sie machten sich heran, um davon zu fressen, zogen sich aber sogleich zurück, als sie die Fälschung bemerkten. Dagegen frassen andere Ameisen arglos mit Phosphor vermischten Honig, wurden aber darnach krank und starben teilweise; ihr Geschmackssinn zeigte sich in diesem Falle keineswegs sehr ausgebildet. Mit Glycerin vermischter Honig wurde von Wespen verschmäht. (Will.)

Der Geschmackssinn, der sich bei ungeniessbaren, aber geruchlosen Stoffen erst dann kundgiebt, wenn das Insekt diese Stoffe mit seinen Mundteilen berührt, kann nur im Munde in der Nähe der Mundteile seinen Sitz haben. Es sind nun sowohl in der Mundhöhle am Gaumen, als auch an der Zunge und an den Palpen Sinnesgrübchen mit Nervenstiften gefunden, welche mit der aufgenommenen Nahrung in unmittelbare Berührung kommen müssen. Demnach hätten wir mit grosser Wahrscheinlichkeit an diesen Mundteilen die Geschmacksorgane zu suchen. Forel operierte indes mit Wespen, denen die Fühler und beide Palpenpaare genommen waren, und die trotzdem reinen Honig von dem mit Chinin oder Morphium versetzten unterscheiden konnten. Demnach kann der Geschmackssinn nicht an den Palpen, sondern nur im Innern des Mundes seinen Sitz haben.

Forel sieht als Geschmacksorgane an: 1. die von Leydig am Fliegenrüssel beschriebenen Organe, die mit den folgenden homolog sind; 2. die von Meinert ein Jahr später beschriebenen nervösen Organe der Unterkiefer und der Basis der Zunge; 3. die von Forel beschriebenen Nervenapparate am Ende der Ameisenzunge; 4. die von Wolff am „Gaumen" der Biene beschriebenen Organe.

Am Fliegenrüssel unterscheiden Künkel und Gazagnaire „Tasthaare" und „Geschmacksorgane". Kräpelin fand bei *Musca* Tasthaare am oberen Rande des Labellenkissens, Drüsenborsten an der Aussenfläche desselben, namentlich am Rande, und Kegel, die er für Geschmacksorgane hält, an den Innenflächen des Labellenkissens.

Vorzüglich ausgebildet sind die Nervenendapparate am Rüssel der Schmetterlinge. Der feinere Bau des Schmetterlingsrüssels, welcher aus den beiden verlängerten Aussenladen der Unterkiefer hervorgegangen ist (S. 227), ist ausführlich von Kirbach beschrieben. Der Zusammenschluss der beiden Rüsselhälften wird durch Ineinanderfügung der Ränder und Ineinandergreifen von hakenförmig gekrümmten Borsten bewirkt. „Um beide Maxillen möglichst fest aneinander zu halten und um gleichzeitig den Verschluss des Kanals so luftdicht wie möglich zu machen, ohne doch dabei die Krümmungs-

fähigkeit des ganzen Organes zu stören, sind die gegeneinander stossenden Ränder der Maxillen mit dicht aneinander stehenden sichelartig gekrümmten Platten auf der Ober- und Unterseite versehen oder sind an letzterer mit einer Reihe Doppelhaken besetzt, die durch gegenseitiges Ineinandergreifen eine sehr feste Verbindung beider Maxillen herstellen.“ Die äussere Chitinwandung der Maxillen ist, um die Krümmung des Rüssels beim Einrollen zu gestatten, quergestreift. Diese Streifen sind durch streifenweises Dickenwachstum der Chitinmasse entstanden. Die inneren Wandungen des Rüsselkanals sind gleichfalls, um die Spiralrollungen zu ermöglichen, mit schmalen, senkrecht zur Längsachse stehenden, ziemlich regelmässigen Querstreifen ausgestattet, zwischen denen sich sehr zarte Chitinmembranen ausspannen, die eine gegenseitige Verschiebung der einzelnen Streifen zulassen. Einzelne dieser Querstreifen tragen in der Mitte auf ihrer Innenseite kleine, in den Rinnenraum ragende Chitincylinder, modificierte Haare („Rinnenstifte“), deren Funktion eine Prüfung der aufgenommenen Nahrungsflüssigkeit nach Quantität und Qualität ist, eine Prüfung also bezüglich der Füllungsverhältnisse des Kanals, oder bezüglich mitgerissener fester Partikelchen oder endlich bezüglich der grösseren oder geringeren Zähigkeit des Fluidums. Diese Rinnenstifte stehen in regelmässigen Intervallen in beiden Rinnen und fehlen keinem Rüssel; sie finden sich in den teilweise verkümmerten Rüsseln von *Harpyia furcula* und *Smerinthus ocellatus* und auch auf den kurz zapfenförmigen, keinen Kanal mehr bildenden Maxillen der meisten Spinner.

Die bei manchen Insekten am Grunde der Zunge befindlichen Sinnesorgane sind nach Will durchaus zu Geschmacksorganen eingerichtet, da sie aus Chitingruben bestehen, in denen der Achsencylinder frei zu Tage tritt. Die Gruben können auch mit dem dazu nötigen Speichel übergossen werden, dessen Zuleitung auf der Oberfläche besondere Reihen von Haaren besorgen. Die Spitze der Zunge trägt bei den Hymenopteren Sinnesborsten, die nach Analogie als Geschmacksorgane anzusehen sind und offenbar zur Prüfung der aufzunehmenden Nahrung dienen.

Am Grunde der Zunge der bienenartigen Insekten befinden sich zu beiden Seiten Grübchen (Chitingruben), welche wiederholt als Sinnesorgane, die das Geschmacksvermögen vermitteln, angesprochen sind. Leydig beschrieb diese in der Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 30. 1878, wie folgt. „Alle Beachtung verdient auch ferner die Zunge der bienenartigen Hymenopteren, wie ich nach Zergliederung des *Bombus lapidarius* hervorheben möchte. Dies Organ hat aussen gelbe Cuticularringe und ebenso gefärbte lange Haare. Spaltet man die Zunge der Länge nach, so gewahrt man unter der Cuticula eine plattzellige Matrix; dann aber kommt ferner zur Ansicht, dass jede Zungenhälfte von einem Nerven versorgt wird, der, indem er von der Wurzel bis zur Spitze der Zunge herabläuft, auf diesem

Wege eine Menge von Zweigen entsendet, wovon jeder mit einer ganglIösen Anschwellung an der Basis der gelben Haare endigt. Den Nerven begleiten Tracheen."

Auch an der Zungenspitze und an der Unterseite der Maxillen von Hymenopteren finden sich Sinnesorgane. (Will, vom Rath.)

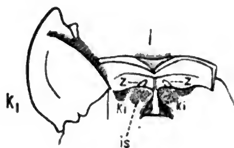
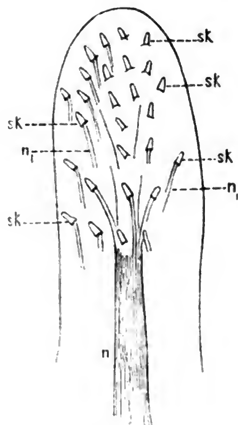


Fig. 270.



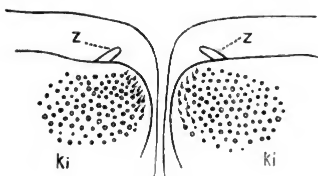


Fig. 271.

Fig. 272.

Fig. 270. Obere Wand der Mundhöhle eines Schwimmkäfers, *Dytiscus circumcinctus*, mit den Geschmacksorganen. Orig.
k_1, rechter Oberkiefer (Mandibel); l, Oberlippe; ki, kissenförmiger Wulst zu beiden Seiten der oberen Wand der Mundhöhle mit den hier punktförmig gezeichneten Sinnesorganen is; z, Zapfen (Schmeckzapfen) mit Sinneskegeln besetzt (Fig. 272).

Fig. 271. Obere Wand der Mundhöhle desselben Kiefers vergrössert. Orig.
ki, die beiden kissenförmigen Wülste mit den zahlreichen Sinnesgrübchen; z, Schmeckzapfen.

Fig. 272. Schmeckzapfen desselben Käfers. Orig.
n, der in den Zapfen hineinreichende und hier sich an die an der Oberfläche befindlichen Sinneskegel sk sich verzweigende Nerv; n_1, Nervenzweige, deren Verbindung mit dem Nervenstamm nicht gezeichnet ist.

Fig. 273. Verschiedene Sinnesgrübchen und Sinneskegel von der oberen Wand der Mundhöhle (Fig. 271) desselben Käfers.

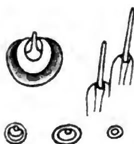


Fig. 273.

Geschmacksorgane an den Maxillen und an der Zunge von Ameisen, Wespen und Bienen wurden von Forel, Meinert, Kräpelin und Will beschrieben. Bei der Honigbiene *(Apis mellifica)* und den Hummeln *(Bombus)* sind die Nebenzungen mit diesen Organen versehen. Vorzüglich ausgebildet sind die Nervenendapparate in der Mundhöhle, und zwar an der oberen Wand derselben, dem Epipharynx (Fig. 270—273).

Es ist derjenige Teil der Mundhöhle, welcher sich unterhalb des Kopfschildes bis zur Oberlippe hinzieht. Diese obere Wandung, welche auch als Gaumen bezeichnet wird, ist in der Mitte von einer Längsrinne durchzogen (Fig. 270) und jederseits kissenartig gewölbt (ki). Die Trennungslinie auf der Oberseite des Kopfes zwischen dem Kopfschilde (Clypeus) und der Oberlippe hat keine Beziehungen zu dem Epipharynx. Dieser ist bei den Orthopteren schwach entwickelt, tritt aber bei den Coleopteren und Dipteren mehr hervor. Jederseits der Mittelrinne ist der Epipharynx vorn mit Sinnesgrübchen (Geschmacksgrübchen), Papillen, Stiften und nach innen zu mit feinen, dicht stehenden Haaren besetzt. Solche Geschmacksorgane finden sich auf dem Epipharynx der meisten Insekten. Den Thysanuren fehlen Grübchen, Papillen oder Stifte (Packard), auch den jungen Dermapteren; die Larven der Longicornier, Lamellicornier, Buprestiden etc. besitzen sie jedoch. Sehr gut entwickelt sind sie bei den Carabiden, Chrysomeliden, Longicorniern, Heteromeren usw. Keine Spur von ihnen konnte Packard bei *Lucanus dama* Thunb. und *Dendroctonus rufipennis* Kirby entdecken.

Die Geschmacksorgane am Gaumen der Honigbiene *(Apis mellifica)* wurden ausführlich von Wolff beschrieben, der sie fälschlich für Geruchsorgane hielt.

Zwei rundliche Papillenfelder mit kleinen konischen Papillen an der inneren Unterfläche des Schlundkopfes, „vielleicht" auch zwei grössere Papillen ausserhalb dieser Felder nahe am Hinterrande des Schlundkopfes hält Kirbach (Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. Zool. Anz. VI. 1883. S. 556) für Geschmacksorgane.

Sinnesorgane an anderen Körperteilen.

Wir dürfen uns eigentlich darüber wundern, höchst complicierte Sinnesorgane, die wir gewohnheitsgemäss bei Mensch und Tier, auch bei den Insekten, am Kopfe sehen, in dieser letzteren Tierklasse jedoch nicht nur am Kopfe, sondern auch am Rumpfe und an den Beinen zu finden. Es sind zwar keine Augen, wohl aber complicierte Nervenendapparate, welche eine sehr feine und augenscheinlich einem ganz bestimmten wichtigen Zwecke dienende Ausbildung erlangt haben. Die Naturforscher, welche darüber geschrieben haben, halten sie für Gehörorgane (Gehörorgane an den Beinen und am Grunde des Hinterleibes); es liegt indes kein hinreichender Grund vor, diese Annahme als Glaubenssatz zu betrachten.

An den Seiten des ersten Hinterleibsringes, und zwar auf dem Rückenteile desselben, gleich hinter dem Metathorax, befindet sich bei den Feldheuschrecken (Acridiidae) eine verhältnismässig grosse, scharf umgrenzte und mit einer feinen Haut überspannte Grube, an deren Aussenseite das kleine Stigma des ersten Hinterleibsringes liegt. (Fig. 274.)

Dieses merkwürdige Gebilde wurde von älteren Naturforschern (Latreille und Burmeister) für ein Stimmorgan gehalten. Aber schon Johannes Müller und nach ihm v. Siebold und Leydig sprachen ihm die Bedeutung eines Gehörorgans zu, wofür es auch noch heute fast allgemein gehalten wird. Graber ist es, der diesem Sinnesorgane die eingehendsten Untersuchungen gewidmet hat, und dem wir hier folgen.

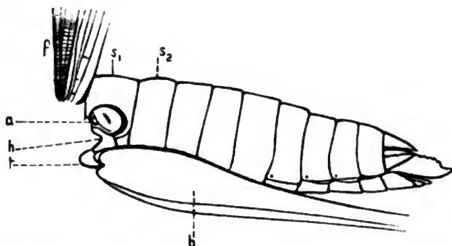


Fig. 274.
Hinterleib einer Feldheuschrecke, *Caloptenus italicus*, mit dem Sinnesapparat. Orig. a, der Sinnesapparat an den Seiten des ersten Ringes; h, Hüfte; t, Schenkelring, b, Schenkel; f, Hinterflügel; s_1, s_2, die beiden Hinterleibsringe.

Nebenstehende Figur 275 zeigt das Gehörorgan sehr vergrössert. Das dünne trommelfellartige Häutchen T hat eine ovale Form und ist nichts weiter als eine stark verdünnte Stelle des Integuments. Rings herum, namentlich nach innen zu, ist letzteres verdickt und schliesst die Membran rahmenförmig ein (Tr). Bei manchen Arten ist diese fast verdeckt, so dass nur ein schmaler Spalt zu sehen ist. Auf der Mitte der Membran, etwas nach der Aussenseite zu ist schon unter der Lupe eine schmale, dunkle Wucherung zu sehen, welche aus zwei Schenkeln (o und u) besteht und ein sogenanntes birnförmiges Körperchen (bi) aussendet. An dem Vereinigungspunkte der beiden Schenkel und des birnförmigen Körperchens springt ein nach aussen geöffneter Zapfen vor. An dieses Gebilde tritt ein am Ende zu einem Ganglion (ga) angeschwollener Nerv (n) (Hörnerv) heran, welcher vom dritten Brustganglion entspringt, und verbindet sich mit dem Zellenlager, welches das chitinige Gebilde zur Unterlage hat. Hiermit sind die Elemente, wie sie in den Sinnesorganen der Insekten durchweg vorkommen, gegeben. Den feineren Bau betreffend, finden sich noch folgende einzelne Teile. Von der gangliösen Anschwellung des Nerven gehen eine Anzahl Nervenenden ab, welche den Chitinzapfen umgeben. Eins dieser Nervenenden ist in Figur 276 dargestellt. Es enthält in der schlauchartigen Fortsetzung (sch) der unteren Ganglienzelle (gz) ein stift-

artiges Gebilde (Stift, Nervenstift) (sti), welches das eigentliche wirksame Organ der Nervenendigung und von einem haarfeinen Faden durchzogen ist, der aus der Ganglienzelle hervorzukommen scheint. Auch zu dem birnförmigen Körperchen und zu dem unteren Schenkel (Fig. 275 u) der Chitinwucherung geht je ein Nervenbündel. Unterhalb der Membran befindet sich eine grosse, zu dem Stigma (st) ge-

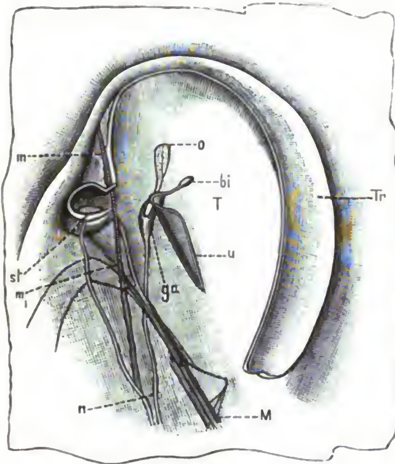


Fig. 275.

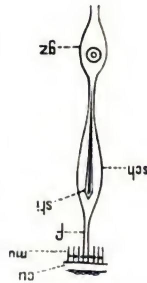


Fig. 276.

Fig. 275. Gehörorgan vom ersten Hinterleibsringe einer Feldheuschrecke, *Caloptenus italicus*. Nach Graber.
T, trommelfellartige Haut; Tr, chitinöse Einfassung; o und u, eine aus zwei Schenkeln bestehende Wucherung auf der trommelfellartigen Haut; bi, birnförmiges Körperchen; ga, Ganglion; n, Nerv; st, Luftloch; m, Oeffnungsmuskel; m_1, Schliessmuskel desselben; M, Spannmuskel des Trommelfells.

Fig. 276. Nervenendigung aus dem Gehörganglion einer Feldheuschrecke. Nach Graber. gz, Ganglienzelle; sch, Endschlauch mit dem stiftförmigen Körper sti (Hörstift); f, Endfaser; mu, Zellen der äusseren Haut; cu, Chitinschicht derselben.

hörige Tracheenblase. Eine trommelfellartige Membran wird gespannt durch Muskeln (m), welche sich in der Gegend der äusseren Einfassung befinden.

Es ist annehmbar, dass die die zarte Membran treffenden Schallwellen von den Nervenendigungen weitergeleitet und dem Tiere zum Bewusstsein gebracht werden.

Ob alle Insekten überhaupt Gehörorgane besitzen, ist an und für sich fraglich; dass aber die Feldheuschrecken des Gehörs bedürfen, ergiebt sich daraus, dass die Männchen fast ausnahmslos gute Musiker

sind und mit ihren Schrilltönen, wie das nicht anders anzunehmen, die Weibchen zu locken suchen.

Bei den Locustiden (Laubheuschrecken) und Grylliden (Grillen) liegen die Gehörorgane in den Beinen, während am ersten Hinterleibssegment keine Spur davon zu sehen ist. Aeusserlich erscheint der Apparat als eine kleine erhabene Scheibe von ovaler Form am Grundteile jeder Vorderschiene. Bei den meisten Arten sind zwei solche Scheiben an jeder Schiene vorhanden, und zwar seitlich einander entgegengesetzte, wie die Figur 277a zeigt. Die Scheibe besteht aus einem dünnen glänzenden Häutchen, welches ganz oder teilweise von einem chitinösen Walle umgeben ist. Dieses dünne Häutchen wird als Trommelfell (Tympanum) aufgefasst. Zuweilen geht von dem Walle aus eine Hautfalte teilweise oder ganz über das Trommelfell hinweg. Schon Johannes Müller, der Entdecker dieses Organs, vermutete, dass dieses Häutchen ähnlich funktioniere, wie das Trommelfell in unseren eigenen Ohren. Der Bau des zugehörigen Nervenapparates ist ein sehr komplicierter. Der Hauptnerv teilt sich nach seinem Eintritt aus dem Schenkel in die Schiene in der Gegend des Organs in zwei Aeste. Der eine Ast bildet am Ende eine ganglienförmige Anschwellung (das Obertrommelfellganglion, ganglion supra-tympanicum). Der andere Ast des Hörnerven breitet sich nahe am Trommelfell zu einem länglichen flachen Ganglion (Sieboldsches Organ) aus. Die beiden Ganglien lösen sich am Ende in eine Anzahl Bläschen auf, welche je einen sogenannten Hörstift enthalten. Jedes Bläschen ist mit dem Ganglion durch eine Faser verbunden. Die Hörstifte sind lang und dünn, schlank, keulenförmig und hohl, stark lichtbrechend, durchschnittlich 0,16 mm lang und dem in Figur 276 gezeichneten Hörstifte sti sehr ähnlich. Diese stiftartigen Gebilde sind das eigentliche Nervenende und von einem haarfeinen Faden durchzogen, der direkt in den Achsenstrang der peripherischen Verlängerung der Ganglienzelle übergeht (Graber).

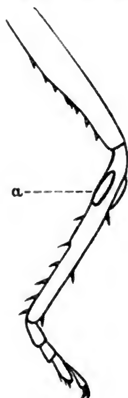


Fig. 277. Vorderbein einer Laubschrecke, *Locusta viridissima*, mit dem Sinnesapparat. Orig. a, von einem Häutchen verdeckter Sinnesapparat am Grunde der Schiene.

Die Nervenenden sind hier nicht an die vibrierende Membran, das Trommelfell, angeheftet. Es wird demnach vermutet, dass die auf das Trommelfell wirkenden Schwingungen der Luft auf die Hörstifte durch ein Medium übertragen werden, vielleicht durch die Luft in den grossen Luftröhren (Tracheen), welche in den mit dem Gehörapparat versehenen Schienen ausserordentlich entwickelt sind. Die

Trachee nimmt, sobald sie aus dem Schenkel in die Schiene eintritt, an Umfang bedeutend zu; sie wird sackförmig und teilt sich bald in zwei Aeste. Zu jedem Trommelfell gehört ein Tracheenast, und zwar liegen die Nerven den Luftröhren dicht an. (Lubbock.)

Die Untersuchungen über die Richtigkeit der Deutung des eben beschriebenen Apparates als eines Gehörorgans sind noch nicht beendet. Manche Beobachtungen sprechen für diese Vermutung. Der Wiener Zoologe Chadima legte eine Laubheuschrecke *(Ephippigera vitium)* auf das Notenpult eines Klaviers und schlug einen sehr lauten und vollen Akkord an, worauf das Tier hastig davonsprang. Nachdem demselben aber die Vorderbeine, also die Träger des vermutlichen Gehörorgans, abgeschnitten waren, verhielt es sich nach dem Anschlagen des Klaviers ruhig (Graber). Graber selbst aber kann auch Beweise vom Gegenteil beibringen.

Wichtig ist es, dass die Apparate sich gerade an solchen Insekten (Locustidae, Gryllidae) finden, welche notwendig sehr gut hören müssen; denn das Männchen lässt zur Zeit der Begattung die bekannte laute Lockmusik ertönen. Aber ähnliche Nervenapparate sind auch an den Vorderschienen anderer Insekten gefunden, z. B. bei Ameisen *(Lasius, Myrmica* u. a.) von Lubbock, bei Perliden *(Isopteryx)* und gewissen Lepidopteren von Graber.

Thatsächliche Beweise, dass die Nervenendapparate an den Vorderschienen und am ersten Hinterleibssegment Gehörorgane sind, liegen noch nicht vor.

Nervenendapparate mit „Hörstiften“ befinden sich auch an den Hinterleibsringen verschiedener Larven, z. B. *Corethra*. In einer Figur bei Graber entspringt von dem Ganglion des achten Körpersegments ein Nerv, welcher sich spaltet und an zwei voneinander entfernten Stellen die Körperhaut erreicht. An der Stelle der Spaltung ist der Nerv zu einem kleinen Ganglion angeschwollen, und in der Nähe dieses Ganglions enthält der Nerv zwei bis drei „Hörstifte“.

Schliesslich fällt in unsere Betrachtung noch der vermutliche Sinnesapparat am Grunde des Schwingers der Dipteren (Fliegen, Mücken). Weinland spricht dem mit „Hörstiften“ ausgerüsteten Nervenendapparat (dem chordotonalen Organe) am Grunde des Dipterenschwingers, welches aussen an der Chitinhaut nicht kenntlich hervortritt, die Bedeutung eines Sinnesorgans in dem erwähnten Sinne ab, glaubt in demselben aber einen Vermittelungsapparat zur Regelung der Spannweite des Schwingers zu erkennen. Dasselbe solle auch für Nervenendapparate an den Hinterleibsringen der *Corethra*-Larve behufs Beeinflussung der schnellen Wendungen dieser Tiere im Wasser gelten. Nach Loeb hat das chordotonale Organ Beziehungen zu der Empfindung des Gleichgewichts während des Fluges. (Sitzgsber. d. physik.-medizin. Gesellsch. Würzburg, 1888. S. 5.)

Dagegen finden sich am Grunde des Dipterenschwingers andere Nervenendapparate, welche als Sinnesorgane angesprochen werden. Es sind drei kleine schmale Platten, von denen zwei auf beiden Seiten des Schwingers liegen und gewölbt sind, während die dritte sich nur auf einer Seite befindet. Diese Platten sind mit mehreren Querreihen von Papillen besetzt. Die Papillenreihen der beiden ersten Platten stehen quer zur Achse des Schwingers, die der dritten Platte parallel zu derselben. Graber nennt die beiden ersten Platten skapale Platten, die dritte basale Platte. Die Papillen der skapalen Platten sind entweder vollständig voneinander getrennt *(Tipula)* oder an ihren Seiten vollständig miteinander verwachsen, so dass die Querreihen wie Querleisten aussehen. Die Anzahl der Papillen beträgt 50 bis 170. Zu jeder Papille, welche von zwei, durch eine beiderseitige Chitinduplikatur entstandenen, einen Spalt zwischen sich lassenden Lippen beschützt ist, führt ein sehr feiner Nerv. Dieser Nerv steht mit dem oberen Fortsatz einer bipolaren Ganglienzelle in Verbindung und führt zu dem vom Hinterbrustganglion ausgehenden Nerven.

Die Papillen der basalen Platte sind nicht nur durch ihre Stellung, parallel zur Achse des Schwingers, sondern auch durch ihren Bau von den Papillen der skapalen Platten verschieden. An der Stelle, wo sich die Papille befindet, wölbt sich eine dünne Lamelle halbkugelig über die Platte hervor; diese Hervorwölbung ist nicht durch einen Spalt durchbrochen, sondern an der Innenseite mit einer äquatorial verlaufenden Rinne versehen. Der innerhalb an dieses Gebilde herantretende Nerv stellt einen Endstab in einer trichterförmigen Einsenkung dar.

Nach der Ansicht Weinlands, dem wir die ausführlichsten Untersuchungen über diesen Gegenstand verdanken, bilden diese Nervenendapparate ein Sinnesorgan für die Wahrnehmung der Unterschiede in der Bewegung während des Fliegens, welche sich sowohl auf die Geschwindigkeit als die Richtung des Fluges beziehen. Sie sind also ein Sinnesorgan für die Messung der Bewegungsarten des Schwingers (S. 387).

Schliesslich ist auf die Sinnesorgane hinzuweisen, welche an den Anhängen der Hinterleibsspitze aufgefunden wurden. Es sind die Schwanzfäden der Schaben *(Periplaneta)*, die nach der Annahme Grabers gleich den Kopffühlern Träger von Geruchsorganen sind. Graber fand bei seinen experimentellen Untersuchungen, dass die Schwanzanhänge dieser Insekten gegen Riechreize empfindlich sind Auch Packard schreibt über diesen Gegenstand und Anton Dohrn fand, dass die Schwanzanhänge der Maulwurfsgrille als wahre Tastorgane erscheinen. (Stettin. Entom. Zeitung. 1870. S. 261.)

Auch die an der Spitze der Legeröhre befindlichen tasterähnlichen Anhänge der Bockkäfer (*Cerambyx cerdo, Leptura rubra*) dienen

bei der Vorbereitung zur Eiablage zum Abtasten einer passenden Stelle (vergl. S. 304).

* * *

Indem wir das schwierige Kapitel über die Sinnesempfindungen an der Haut und die Hautsinnesorgane verlassen, scheiden wir nicht in dem Bewusstsein, über diese Sache völlige Klarheit zu haben. Es fehlt hinsichtlich der Sinnesorgane allzusehr an einer Homologie zwischen den Insekten und dem Menschen. Einander ähnliche Nervenendorgane sind bei jenen über einen Teil der Körperhaut verbreitet; bei ihrem Anblick liegt es näher, sie meist alle für Tastorgane, als für spezialisierte Organe der Geruchs-, Gehörs- und Geschmacksempfindung zu halten, wie wir selbst sie besitzen. Auch die vielen Experimente, welche mit Insekten angestellt worden sind (Dufour, Lubbock, Graber, Plateau), schliessen nicht immer mit Sicherheit die Annahme aus, dass die Art der Empfindung auf blosses Tastgefühl und Lufterschütterung zurückzuführen ist, wenn es sich um die Auffindung des Geruchs-, Geschmacks- und Gehörsinnes handelte. Um über den Sitz der Geruchsempfindung Aufschluss zu erhalten, wurden von den experimentierenden Naturforschern häufig scharfe Mittel angewendet, z. B. Terpentin, Ammoniak, Chloroform etc., Mittel, welche auf die über den ganzen Körper verteilten und äusserst empfindlichen Tastnerven sicherlich schmerzhaft einwirkten, nicht aber auf den Sitz des Geruchsorgans an einem bestimmten Körperteile schliessen liessen. Es sind vielmehr, sagt Forel, solche Substanzen anzuwenden, die dem betreffenden Tiere oder seinen Jungen als Nahrung dienen, die es überhaupt im natürlichen Zustande aufsucht, oder die es zum Zweck der Selbsterhaltung fürchten muss, wenn auch alle diese Dinge für uns meist geruchlos sind. Die Wirkung mechanischer Erschütterungen auf die Tastnerven kann mit Gehörsempfindungen verwechselt werden. Grabers Experimente sind jedoch in dieser Beziehung klar und genau. Ob indes eine ausgespannte Membran wirklich zum Hören notwendig ist, scheint nicht ausgemacht zu sein. Leydig glaubt sogar an das Vorhandensein eines sechsten oder siebenten Sinnes bei den Insekten, von dem wir uns aber keine Vorstellung machen könnten. Und wenn es wahr ist, dass blinde Fliegenmaden (ob vermittelst der über die allgemeine Körperhaut verteilten Tastorgane?) hell und dunkel unterscheiden können, wie aus Pouchets Experimenten hervorgeht, so ist die teilweise geringfügige Differenzierung der Sinnesorgane noch auffälliger.

Litteratur über die Sinnesorgane; Allgemeines und Vermischtes.

Schelver, F. J., Versuch einer Naturgeschichte der Sinneswerkzeuge bei den Insekten und Würmern. Mit 1 Taf. Göttingen, 1798.

Kirby, W., und W. Spence, Einleitung in die Entomologie. 1833. 4. Bd. S. 240—264.

Dugès, A., Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux. Montpellier et Paris, 1838.

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Band, 1832. Nebst Atlas.

Dufour, L., Quelques mots sur l'organe de l'odorat et sur celui de l'ouie dans les insectes. (Actes d. l. Soc. Linn. Bordeaux, 1850. T. 17. livr. 3 et 4. — Ann. Scienc. natur. 3. Sér. Zool. T. 14. 1850. S. 179—184.)

Meinert, F., Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie. Mit 3 Taf. (Kgl. Dansk. Vidensk.-Selsk. Skrifter. Kjøbenhavn. 5. Raeke. Naturvid. og math. Afd. 5. Bind. 1861. S. 273—340.)

Paasch, A., Von den Sinnesorganen der Insekten im Allgemeinen, von Gehör- und Geruchsorganen im Besondern. (Archiv für Naturgesch. 39. Jahrg. Bd. 1. 1873. S. 248—275.)

Ranke, Beiträge zu der Lehre von den Uebergangssinnesorganen, das Gehörorgan der Acridier und das Sehorgan der Hirudineen. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 25. 1875.)

Leydig, F., Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten. (Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1860. S. 265—314.)

—, —, Die Hautsinnesorgane der Arthropoden. (Zoolog. Anzeiger. 1886. S. 284—291, 308—314.)

Chadima, Jos., Ueber die von Leydig als Geruchsorgane bezeichneten Bildungen bei den Arthropoden. Mit 1 Taf. (Mitteil. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1873. S. 36—44.)

Mayer, P., Zur Lehre von den Sinnesorganen bei den Insekten. (Zool. Anz. 1879. S. 182—183.)

Hauser, G., Physiologische und histiologische Untersuchungen über die Geruchsorgane der Insekten. Mit 3 Taf. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 34. 1880. S. 367—406.)

Künkel, J., et J. Gazagnaire, Rapport du cylindre-axe et des cellules nerveuses périphériques avec les organes des sens chez les insectes. (Compt.-rend. Seanc. Acad. Sc. Paris, 1881. 92. Bd. S. 471—473.)

Lee, A. Bolles, Bemerkungen über den feineren Bau der Chordotonalorgane. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. 23. Bd. 1883. S. 133—140. Mit 1 Taf.)

Graber, V., Ueber die stiftetührenden und chordotonalen Sinnesorgane bei den Insekten. (Zool. Anzeiger. 1881. S. 450—453.)

—, —, Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. 20. Bd. 1882. S. 506—640. Mit 6 Taf. — 21. Bd. S. 65—145.)

—, —, Sir John Lubbock, Observations on Ants, Bees and Wasps. (Biol. Centralbl. 2. Bd. 1882. S. 109—117.)

Chatin, J., Les organes des sens dans la série animale. Paris, 1880.

Forel, A., Beiträge zur Kenntnis der Sinnesempfindungen der Insekten. (Mitteil. d. Münchener entom. Vereins. 1878. 2. Jahrg. S. 1—21. — Kosmos. 1883. 13. Bd. S. 139—142.)

—, —, Expériences et remarques critiques sur les sensations des Insectes. (Recueil Zool. Suisse. 1886—1887. T. 4. S. 1—50, 145—240. Mit 1 Taf. — Bericht v. Bertkau, 1886. S. 31; 1887. S. 20—21.)

—, —, Appendices à mon mémoire sur les sensations des Insectes. (Recueil Zool. Suisse. 1888. T. 4. S. 515—523.)

—, —, Études myrmecologiques en 1884 avec une description des organes sensoriels des antennes. (Bull. Soc. Vaudoise d. scienc. natur. 9. Sér. Lausanne. XX. 1884. S. 316—380. Mit 1 Taf.)

Graber, V., Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren. (Biolog. Centralbl. 1885. 5. Bd. S. 385—398, 449—459.)

Minot, Ch. Sedgw., Comparative Morphology of the Ear. (American Journ. Otology. Vol. 4. 1882.)

Viallanes, H., Note sur les terminaisons nerveuses sensitives des Insectes. (Bull. Soc. Philomath. Paris, 1882. 7. Sér. Tom. 6. S. 94—98.)

Will, F., A. Forel, Sur les sensations des Insectes. (Entom. Nachr. 1887. 13. Jahrg. S. 227—233.)

vom Rath, O., Ueber die Hautsinnesorgane der Insekten. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 46. 1888. S. 413—454. Mit 2 Taf. — Zool. Anzeiger 1887. S. 627—631, 645—649.)

—, —, Die Sinnesorgane der Antennen und der Unterlippe der Chilognathen. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1886. 27. Bd. S. 419—437. Mit 1 Taf.)

Peckham, G. W. u. E. G., Some observations on the special senses of Wasps. (Proceed. Nat. Hist. Soc. of Wisconsin. 1887. S. 91—132.)

Lubbock, J., On the Senses, Instincts, and Intelligence of Animals. With special Reference to Insects. (Internat. Scienc. Series. 1889. Vol. 35. 3. Edit. London. 292 S. u. 118 Fig.)

—, —, Dasselbe Werk. Deutsche Ausgabe von W. Marshall. (Internat. wissensch. Bibl. 67. Bd. 1889. Brockhaus, Leipzig. 206 S. u. 118 Fig.)

—, —, Ants, Bees und Wasps: a Record of Observations on the Habits of the Social Hymenoptera. 9. Edit. London, 1889. 458 S.

—, —, Ameisen, Bienen und Wespen. Autorisierte Ausgabe. (Internat. wissensch. Bibl. 57. Bd. Brockhaus, Leipzig, 1883. 381 S., 31 Fig. in Holzschn. u. 5 lith. Taf.)

Jourdan, E., Die Sinne und Sinnesorgane der niederen Tiere. Aus dem Französischen von W. Marshall. 1891. (Naturwiss. Bibl. Weber, Leipzig.) 8 u. 330 S. mit 48 Fig.

Litteratur über die Sinnesapparate an den Fühlern.

Newport, G., On the Use of the Antennae of Insects. (Transact. Entom. Soc. London. Vol. II. 1840. S. 229—248.)

Robineau-Desvoidy, A. J. B., Sur l'usage réel des antennes chez les insectes. (Ann. Soc. entom. de France. 1842. T. 11. Bull. S. 23—27.)

Slater, J. W., Ueber die Funktion der Antennen bei den Insekten. (Frorieps Notizen. 1848. III. Bd. 8. Nr. 155. S. 6—8.)

Soulier, Quelques considérations sur les fonctions des antennes des insectes. (Congrès scientif. de France. Session 14. Marseille, 1846. 1847. S. 147—151.)

Burmeister, H., Beobachtungen über den feineren Bau des Fühlerfächers der Lamellicornien, als eines mutmasslichen Geruchswerkzeuges. (D'Alton u. Burmeisters Zeitung für Zool., Zoot. u. Paläozool. 1848. 1. Bd. S. 49—56, 67. Mit 1 Taf.)

Balbiani, G., Note sur les antennes servant aux Insectes pour la recherche des sexes. (Annales d. l. Soc. Ent. France. 4. Sér. T. 6. 1866. Bull. S. 38.)

Perris, E., Memoire sur le siège de l'odorat dans les Articulés. (Ann. Scienc. nat. 1850. 3. Sér. Zool. T. 14. S. 149—178. — Frorieps Tagesber. Nr. 312. 1851. S. 81—85.)

Claparède, E., Sur les prétendus organes auditifs des antennes chez les Coleoptères Lamellicornes et autres Insectes. (Ann. Scienc. nat. 4. Sér. X. 1858. S. 236—250. Mit 1 Taf.)

Hicks, J. B., On a new structure in the antennae of insects. (Journ. Linn. Soc. Zool. London, 1857. Vol. 22. S. 147—154.)

Landois, H., Das Gehörorgan des Hirschkäfers. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1868. Bd. 4. S. 88—95.)

Garnier, J., De l'usage des antennes chez les insectes. (Mém. Acad. Scienc. Amiens. 2. Sér. T. 1. 1858—1860. S. 489—501.)

Troschel, H., Ueber das Geruchsorgan der Gliedertiere. (Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfal. 27. Jahrg. 1870. Sitzber. S. 160—161.)

Mayer, Alfred M., Ueber das Gehörorgan bei den Gliedertieren. (Naturforscher. 8. Jahrg. 1875. S. 29—30. — Aus: Philosophical Magazine S. 4. Vol. 48. 1874. S. 371.)

Trouvelot, L., The use of the antennae in Insects. (American Naturalist. Vol. 11. 1877. S. 193—196; — Naturforscher. 10. Jahrg. 1877. S. 268.)

Berté, F., Contribuzione all'anatomia ed al fisiologia delle antenne degli Afanitteri. Mit 1 Taf. (Atti R. Accad. d. Lincei. Roma. Ser. III. Vol. I. 1878. S. 24—29; Vol. II. S. 49.)

Mayer, P., Sopra certi organi di senso nelle antenne dei Ditteri. Mit 1 Doppeltaf. (Atti d. R. Accad. Lincei d. Roma. Ser. IIIa Mem. Cl. scienz. fis., mat. e natur. Vol. III. 1879. 11 S.)

Hauser, G., Physiologische dun histiologische Untersuchungen über das Geruchsorgan der Insekten. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 34. Bd. 1880. S. 367—403; — Bertkau, Bericht S. 85—87.)

Porter, C. J. A., Experiments with the Antennae of Insects. (American Naturalist. Vol. 17. 1883. S. 1238—1245.)

Sazepin, Basil, Ueber den histiologischen Bau und die Verteilung der nervösen Endorgane auf den Fühlern der Myriopoden. (Mém. Acad. Pétersbourg, 1884. T. 32. Nr. 9. 20 S. u. 2 Taf.)

Plateau, F., Une expérience sur la fonction des antennes chez la blatte (Periplaneta orientalis). (Compt. Rend. Soc. Ent. Belg. 1886. S. 118—122. Fig.)

Graber, V., Neue Versuche über die Funktion der Insektenfühler. (Biolog. Centralbl. VII. 1887. S. 13—19.)

Forel, A., Études myrmécologiques en 1884, avec une description des organes sensoriels des antennes. Mit 1 Taf. (Bull. Soc. Vaud. scienc. natur. 1885. 2. Sér. XX. S. 316—380.)

Kraepelin, K., Ueber die Geruchsorgane der Gliedertiere. (Oster-Programm der Realschule des Johanneums. Hamburg, 1883. 48 S. Mit 3 Taf.)

Ruland, F., Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1888. 46. Bd. S. 602 bis 628. Mit 1 Taf.)

Wasmann, E., Die Fühler der Insekten. Mit Fig. (Stimmen aus Maria-Laach. Freiburg i. B. 1891. 37 S.)

Sergi, G., Ricerche su alcuni Organi di senso nelle antenne delle Formiche. (Riv. Filos. scient. Milano, 1891. 10 S. u. 3 Fig.)

Litteratur über die Sinnesapparate an den Mundteilen (Taster, Mundhöhle, Zunge, Rüssel, Unterkiefer).

Meinert, F., Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie. Kjøbenhavn, 1860. (Vergl. S. 452.)

Wolff, O. J. B., Das Riechorgan der Biene. Mit 8 Taf. (Nova Acta d. kais. Leop.-Carol. Akad. Bd. 38. 1876. S. 1—251.)

Joseph, G., Zur Morphologie des Geschmacksorganes bei Insekten. (Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München. 1877. S. 227—228.)

Künckel et Gazagnaire, Du siège de la gustation chez les insectes Diptères. Constitution anatomique et physiologique de l'épipharynx et l'hypopharynx. (Compt.-rend. acad. d. sc. Paris, 1881. Vol. 95. S. 347—350.)

Kräpelin, K., Zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie des Rüssels von *Musca*. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 39. 1883. S. 683—719. Mit 2 Taf.)

Kirbach, P., Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. (Zool. Anzeiger. 1883. 6. Jahrg. S. 553—558.)

Schiemenz, Paulus, Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene nebst einem Anhange über das Riechorgan. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 38. Bd. 1888. S. 71—135. T. 5—7.)

Briant, T. J. (Abhandlung S. 234.)

Plateau, F., Expériences sur le rôle des palpes chez les Arthropodes maxillés. I. Palpes des Insectes broyeurs. (Bull. Soc. Zool. France. Tome 10. 1885. S. 67—90.)

Will, F., Das Geschmacksorgan der Insekten. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1885. Bd. 42. S. 674—707. Mit 1 Taf.)

Gazagnaire, J., Du siège de la gustation chez les Insectes Coléoptères. (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 1886. T. 102. S. 629—632; — Ann. Soc. Ent. France. 6. Sér. T. 6. Bull. S. 79—80.)

Forel, A., Expériences et remarques critiques sur les sensations des insectes. (Recueil Zoologique Suisse. T. IV. 1887. S. 161—240.)

Reuter, Enzio, Ueber den „Basalfleck“ auf den Palpen der Schmetterlinge. (Zool. Anzeiger. 1888. S. 500—503.)

Packard, A. S., On the occurence of organs probably of taste in the epipharynx of the Mecaptera (Panorpa and Boreus). (Psyche. 1889. Vol. 5. S. 159—164.)

—, —, Notes on the epipharynx, and the epipharyngeal organs of taste in mandibulate insects. (Psyche. 1889. 5. Bd. S. 193—199, 222—228.)

Litteratur über Sinnesorgane an anderen Körperteilen.

Siebold, C. Th. E. von, Ueber das Stimm- und Gehör-Organ der Orthopteren. Fig. (Wiegmanns Archiv für Naturgesch. 1844. T. 10. S. 52—81.)

Hicks, Braxton, On a new Organ in Insects. (Journ. Linn. Soc. Zool. London, 1857. I. S. 136—140. Mit 1 Taf.)

—, —, Further remarks on the organ found on the bases of the halteres and wings of insects. (Transact. Linn. Soc. London, 1857. Vol. 22. 2. S. 141—145. Mit 2 Taf.)

Leydig, F., Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten. (Reicherts u. Dubois-R.s Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860. S. 265—314.)

Hensen, V., Ueber das Gehörorgan von *Locusta*. Mit 1 Taf. (Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. 16. 1866. S. 190—207.)

Packard, A. S., The caudal styles of Insects. Sense organs, i. e. Abdominal Antennae. (American Naturalist. 1871. Vol. 4. S. 620—621.)

Schmidt, Die Gehörorgane der Heuschrecken. (Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. XI.)

Graber, V., Bemerkungen über die Gehör- und Stimmorgane der Heuschrecken und Cikaden. (Wiener Sitzungsber. Math.-naturwiss. Classe. 66. Bd. 1. Abt. 1872. S. 205—213.)

—, —, Die tympanalen Sinnesorgane der Orthopteren. Mit 10 Taf. u. 1 Holzschn. (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 36. Bd. 1876. 2. Abt. S. 1—140.)

—, —, Die abdominalen Tympanalorgane der Cicaden und Grylloden. Mit 2 Taf. (Wiener Denkschr. Math.-naturwiss. Classe. 36. Bd. 2. Abt. 1876. S. 273—296.)

—, —, Ueber neue, otocystenartige Sinnesorgane der Insekten. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1878. Bd. 16. S. 36—57. Mit 2 Taf.)

—, —, Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1882. Bd. 20. S. 506—640; 1883. Bd. 21. S. 65—145.)

Ranke, J., Beiträge zu der Lehre von den Uebergangssinnesorganen, das Gehörorgan der Acridier und das Sehorgan der Hirudineen. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 25. 1875. S. 143 bis 164.)

Lee, A. Bolles, Les balanciers des Diptères, leurs organes sensifères et leur histologie. (Recueil Zool. Suisse. Tome 2. 1885. S. 363—392. Mit 1 Taf.)

—, —, Bemerkungen über den feineren Bau der Chordotonalorgane. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1883. 23. Bd. S. 133—140. Mit 1 Taf.)

—, —, Les organes chordotonaux des Diptères et la méthode du chlorure d'or (Observations critiques). (Recueil Zool. Suisse. 1884. T. 2. S. 685—689. Mit 1 Taf.)

Weinland, E., Ueber die Schwinger (Halteren) der Dipteren. (Zeitschrift f. wissensch. Zool. 1890. 51. Bd. S. 55—166. Mit 5 Taf.)

Nachtrag zu S. 399 bezw. 416.

Amans, P. C., Comparaisons des organes de la locomotion aquatique. (Ann. d. Sc. natur. Zool. 1888. 7. Sér. T. 6. S. 1—164. Mit 6 Taf.)

Bidermann, Ueber den Ursprung und die Endigungsweise der Nerven in den Ganglien wirbelloser Tiere. Mit 7 Taf. (Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. 1891. Bd. 25.)

Die Anatomie des Insektenauges.

Wenn wir uns jetzt mit der Anatomie der Augen und dem Sehvermögen beschäftigen werden, so begegnen wir hinsichtlich der Art und Weise, wie das Sehen zu stande kommt, einer der schwierigsten Fragen in der Physiologie der Sinneswahrnehmungen. Die Einrichtung der Insektenaugen an sich ist schon ein wahres Wunder, zumal die elementaren Bestandteile eines Auges doch nur aus der

Zellschicht der Körperhaut hervorgegangen sind. An der Bildung eines Auges sind die Hautzellen und Nervenendfasern des centralen Nervensystems beteiligt.

Der Gesichtssinn beruht auf dem Vorhandensein von **Augen**, welche sich ohne Ausnahme am vordersten Teile des Körpers, am Kopfe befinden, und zwar die grossen Augen an den Seiten und kleine einzelne Augen auf der Stirn.

Das jederseits die Seiten des Kopfes einnehmende Sehorgan ist merkwürdig kompliciert eingerichtet. Ein Längsdurchschnitt durch das Auge (Fig. 278) zeigt gewöhnlich drei mit der Oberfläche desselben gleichverlaufende Zonen:

1. die glashelle äussere Zone (Hornhaut, Cornea);
2. eine unmittelbar darunter befindliche sehr dunkle Zone (Schicht der von schwarzem Pigment umhüllten Krystallkegel);
3. eine anfangs helle, dann ins Schwarze übergehende Zone (Netzhaut oder Schicht der Sehstäbe).

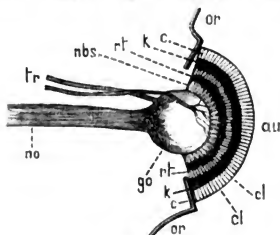


Fig. 278.
Durchschnitt durch das Auge eines Kammhornkäfers (*Passalus* sp.). Orig.
au, Fazettenauge; c, durchsichtige Hornhaut, welche aus den zahlreichen Cornealinsen cl besteht; k, Schicht der Krystallkegel, welche alle von Pigment umhüllt und daher in der Figur nicht zu sehen sind; rt, Schicht der Sehstäbe (Retinulae), welche im unteren Teile in Pigment stecken; nbs, Schicht der zu den Sehstäben bündelweise verlaufenden Nervenstränge (Nervenbündelschicht); go, das kugelförmige Ende des Sehnerven (Augenganglion); no, der Sehnerv; tr, zwei zu den Augen gehörige Luftröhrenäste (Tracheen); or, ein Teil der chitinösen Umwallung (Orbita) des Fazetten-Auges.

Die Elemente dieses Schichtencomplexes sind die Ommatidien.

Strahlenförmig nahe bei einander verlaufen von innen aus gegen die Oberfläche schmale Stäbe. Zu je einem dieser Stäbe gehört eins der zahlreichen gewölbten Feldchen, welche unter einer Lupe auf dem Auge zu sehen sind und **Fazetten** genannt werden. (S. 149, Fig. 68). Jede Fazette mit dem dazu gehörigen Stabe (Sehstabe) ist ein **selbständiges Augenglied**. Das grosse seitliche Auge besteht also aus zahlreichen einzelnen, dicht zusammenstehenden Augengliedern. Ein solches Augenglied oder Spezialauge wird Ommateum oder Ommatidium (Hickson) genannt. Die Ommatidien eines zusammengesetzten Auges sind im wesentlichen einander gleich. (Fig. 279.)

Jedes Ommatidium besteht aus dem, am äusseren Ende die Fazette bildenden **Hornhautcylinder** (c), dem **Krystallkegel** oder Conus (k), dem **Sehstäbchen** oder Retinula (rt), welches aus den Retinulazellen und dem in der Achse liegenden Rhabdom zusammengesetzt ist, und aus dem die Krystallkegel umlagerndem **Pigment** (P).

Aus der Schicht der Hornhautcylinder (c) besteht die obige

glashelle äussere Zone, aus der Pigmentschicht mit den Krystallkegeln die äussere dunkle Zone, und aus der Schicht der Retinulae der innere dunkelgraue Streifen im Durchschnitt des zusammengesetzten Auges.

Die vermittelst der eben genannten Augenglieder das Sehen zum Bewusstsein seines Besitzers bringenden Nervenbündeln (nbs) schliessen sich im Grunde des Auges an die Retinulae (rt) an (Fig. 278). Das grosse mehr oder weniger kugelig gewölbte Augenganglion (ganglion opticum) (go) ist die Basis der Nervenbündel. Diese werden von Luftröhrenzweigen (tr) begleitet und durchsetzt und bilden vor ihrem Uebergange in die Stäbchenschicht gangliöse Anschwellungen (die perioptischen Ganglien).

Die hauptsächlichen elementaren Bestandteile des Insektenauges, nämlich die Krystallkegel, die Sehstäbchen (retinulae) und die Pigmentzellen, lassen sich auf die gewöhnlichen Hautzellen (Hypodermiszellen) zurückführen. Grenacher hat den continuirlichen Uebergang der Hypodermiszellen (Fig. 15, S. 18) in die zelligen Elemente der Einzelaugen bei jungen Larven eines Schwimmkäfers *(Dytiscus)* nachgewiesen.

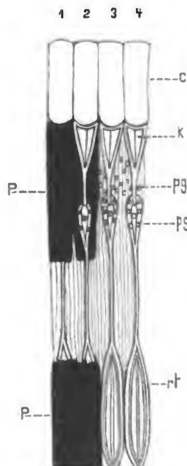


Fig. 279.
Drei Ommatidien aus einem zusammengesetzten Auge des Maikäfers *(Melolontha)*; zwei sind vom Pigment entblösst. Nach Grenacher durch Claus.

c, Cornea; k, Krystallkegel; P, Pigmentscheide; pg, Pigmentzellen; rt, Retinulae.

Die Hornhaut (cornea) und die Cornealinsen oder Hornhautcylinder.

Schon äusserlich ist die Hornhaut der grossen Seitenaugen in zahlreiche Fazetten eingeteilt (S. 149). Jeder Fazette entspricht eine Cornealinse.

Die Cornealinse (Fig. 279c) ist ein gewöhnlich biconvex verdicktes Stück der glashellen Hornhaut, welche aus der allgemeinen Körperhaut (Cuticula) hervorgegangen ist. Jeder Linse entspricht ein Spezialauge. Die Cornealinse ist das lichtbrechende Organ, ihre grössere oder geringere Convexität, die bei den verschiedenen Insekten verschieden ist, muss in Beziehung zu der Sehweite stehen. Bei den in der freien Natur lebenden Insekten, z. B. *Acridium, Mantis, Cicindela,* ist die Cornealinse sehr schwach gewölbt bis flach. Bei Staubläusen (*Atropos*) ist ihre Wölbung ziemlich stark, was wahrscheinlich mit ihrer Lebensweise an dunklen Orten zusammenhängt.

Die Fazetten, welche durch die Oberfläche der Cornealinse und deren Umgrenzungslinie gebildet werden, sind gewöhnlich sechseckig.

Sie sind auch an der bei der Häutung abgeworfenen Haut derjenigen Insekten, welche der Metamorphose entbehren, gut zu sehen.

Bei manchen Käfern, z. B. *Hydrophilus*, lässt die Hornhaut des Auges eine Fazettierung nicht erkennen (S. 155), aber die hintere Fläche ist mit zahlreichen Buckeln besetzt, von denen jeder einem Augengliede entspricht und dessen Wölbung als hintere brechende Fläche der Cornea des Einzelauges fungiert. Die Dicke der Cornea beträgt 0,077 mm, wovon auf die Höhe der Kuppe 0,0094 mm entfallen. (Exner.)

Der Krystallkegel.

Dieser ist der Form und Ausbildung nach bei den verschiedenen Insektengruppen verschieden, in der Form gewöhnlich kegelförmig und mit dem stumpfen Ende nach aussen gerichtet, so dass er unterseits der Cornea aufsitzt, also sich unmittelbar hinter der Fazette befindet. Jeder Krystallkegel ist entstanden aus vier oder mehr Hypodermiszellen, deren Kerne oft noch in der Umgebung des ausgebildeten Kegels zurückbleiben, während in dem Raume des unausgebildeten Kegels noch Zellen persistieren.

Nach der Ausbildung des Krystallkegels, der auch fehlen kann, unterscheidet Grenacher drei Formen:

1. Acone Augen, in deren Einzelaugen (Ommatidien) der Krystallkegel fehlt, aber durch deutliche Zellen vertreten ist. Diese unvollkommene Bildung ist charakteristisch für die Forficuliden, Hemipteren, nematoceren Dipteren und diejenigen Coleopteren, die an den Tarsen weniger als fünf Glieder besitzen.
2. Pseudocone Augen, in deren Einzelaugen statt der Krystallkegel sich ein transparentes flüssiges Medium (eine Ausscheidung der Mutterzellen) befindet: Musciden.
3. Eucone Augen, die durch wirkliche, gut ausgebildete Krystallkegel ausgezeichnet sind. Diese Form wird bei der Mehrzahl der Insekten gefunden: Orthopteren, Neuropteren, Cicadiden, Coleopteren mit 5 Tarsengliedern, Dipteren (nur bei *Corethra*), Lepidopteren, Hymenopteren. Bei den Orthopteren, Neuropteren, Dipteren, Hymenopteren und Tagschmetterlingen sind die Krystallkegel jedoch sehr weich. (Max Schultze.)

Carrière trennt die pseudoconen Augen nicht von den aconen; das Auge eines Ohrwurms und einer Fliege sind in ihrem lichtbrechenden Teile nur extreme Formen eines Typus, des aconen, welchem als zweiter das eucone Auge gegenübersteht.

Nach demselben Forscher ist das eucone Auge „dadurch charakterisiert, dass die Krystallzellengruppe (Vitrella) einerseits an ihrem freien Ende, vor den Kernen, in eine gemeinsame Chitinbildung (Cornealinse) übergeht, andererseits im proximalen Teile,

hinter den Kernen, in jeder einzelnen Zelle ein Teil des aus vier Stücken bestehenden Krystallkegels gebildet ist."

„Bei dem aconen Typus erfährt nur das distale Ende der Vitrella eine cuticulare Umwandlung; diese zeigt sich aber in verschiedenster Weise, je nach der Form der Cuticularlinse, und nach dem Grad von Härte, welchen die inneren und äusseren Teile derselben besitzen. Die einfachste Form des aconen Auges ist wohl die, wenn (wie bei einem Pilzkäfer) die Cornea nur einen uhrglasähnlichen Ueberzug der distalen Hälfte der Vitrella bildet. Hieran reihen sich dann alle anderen Fälle einer weiteren Verdickung der Cornealinse, welche in dem Masse, als die Umwandlung der Vitrella weiter geht, nach innen convex bis kegelförmig vorspringend erscheint. Diese kegelförmige Bildung ist also ein Teil der Cornealinse und entspricht nicht dem Krystallkegel anderer Insekten. Beispiele bieten die Augen von *Tipula* und *Forficula*."

Zuweilen hat die Cornealinse von aussen nach innen eine ungleiche Härte, indem die innere Schicht weich erscheint und zuweilen von der äusseren bald scharf abgegrenzt ist, bald in diese allmählich übergeht.

Bei manchen Nachtschmetterlingen (*Catocala*) hat der Krystallkegel an der Spitze noch einen durchsichtigen kegelförmigen Ansatz, der für eine Erweiterung des vielleicht durch den ganzen Sehstab hindurchgehenden Rhabdoms angesehen werden könnte, wenn er nicht ein deutliches centrales Ende zeigte.

Während die Krystallkegel fast allgemein mit der Cornea keine Verbindung haben, sondern bei der anatomischen Untersuchung sich ablösen, bleiben sie bei gewissen Käfern *(Lampyris, Luciola, Telephorus, Rhagonycha, Elater)* und Nachtschmetterlingen mit der Hornhaut verbunden, weil sie mit ihr verwachsen sind. Exner wurde es dadurch möglich, seine vielen Experimente betreffs des Zustandekommens des Sehens auszuführen, wozu ihm namentlich die Leuchtkäfer *(Lampyris)* gedient haben.

Ferner ist die Länge der Krystallkegel sehr verschieden.

Bei manchen Coleopteren besteht der Krystallkegel aus vier deutlichen, der Länge nach aneinander stossenden Stücken. Ihre Berührungsflächen sind an ganz frischen Kegeln, z. B. aus den Augen von *Hydrophilus piceus*, sichtbar. (Exner.)

Der Sehstab, Retinula.

Die Retinula ist ein stabförmiges Gebilde, in dessen Verlängerung nach aussen der Krystallkegel folgt (Fig. 279). Die Retinula besteht aus den stabförmigen ursprünglichen Retinulazellen, von denen je 4 bis 7 zusammentreten und das in der Achse der Retinula befindliche Rhabdom (centraler Sehstab) umschliessen, welches nach aussen auf die Spitze des Krystallkegels schaut. Carrière fand, dass in den accessorischen Augen des Männchens von *Cloë diptera* die Kegel-

spitze mit dem Ende des Rhabdoms durch einen sehr feinen Faden verbunden ist.

Zu jeder Fazette gehört ein Krystallkegel und eine Retinula, sodass ein zusammengesetztes Auge aus zahlreichen Retinulae besteht. Schon beim Oeffnen eines grossen Insektenauges gewahrt man unter Zuhilfenahme eines Vergrösserungsmittels, dass die Retinulae teilweise von Pigment umhüllt sind (Fig. 278).

Im Grunde des zusammengesetzten Auges sitzen die Sehstäbe den zahlreichen Ausläufern des kräftigen Augenganglions auf.

Ein Rhabdom als centraler Stab in der Achse jeder Retinula ist nicht bei allen Insekten als solcher ausgebildet. Bei Tagschmetterlingen (*Pieris, Melanargia, Vanessa* etc.) zeigen die Sehstäbe in ihrer Achse vier nicht zu einem Rhabdom verschmolzene Stäbchen, welche auf Querschnitten zuweilen eine zierliche Quadratstellung zeigen. (Exner.) Bei Nachtschmetterlingen *(Catocala)* ist auf dem Querschnitt des dicken Endstücks des Sehstabes im Centrum ein einfaches Rhabdom zu sehen. Grenacher hat ferner nachgewiesen, dass bei denjenigen Insekten, deren Fazettenaugen acon sind, nämlich keine Krystallkegel besitzen, auch das Rhabdom fehlt, und dass vielmehr jede Zelle der Retinula ihr eigenes Stäbchen besitzt.

Die Sehstabschicht wird in ihrem unteren Teile als Netzhaut (Retina) bezeichnet. Grenacher nennt den Sehstab Rhabdom mit den Retinulazellen; bei Exner finden wir dafür die Bezeichnung „Netzhautelemente"

* * *

Die zonenweise Anordnung der Augenelemente ist demnach die folgende. Von der Hornhaut aus treffen wir erst die Schicht der Krystallkegel, dann die Netzhautschicht (Retina), welche von der Schicht der Krystallkegel bei zahlreichen Insekten durch eine helle Zone getrennt ist, und drittens die dünne Schicht, an welche die vom Ganglion opticum kommenden Nervenzüge herantreten.

Die Netzhautschicht enthält die Sehstäbe mit den Nervenendigungen. Sie befindet sich innen oberhalb des Augengrundes. Der Boden der Retina ist die durchlochte Haut (membrana fenestrata), welche wie mit einem Locheisen durchlöchert erscheint, und durch welche die Nerven aus dem Ganglion opticum an die Sehstäbe treten. Bis zu der Membrana fenestrata reicht das Auge.

Die Sehstäbe kommen in zwei Hauptformen vor. Sie sind entweder 1. im unteren Teile dick, aber im oberen dünn und oft auf einen äusserst feinen Faden reduziert; oder 2. im ganzen Verlaufe gleichmässig dick und gut entwickelt. Bei *Lampyris* soll das fadenförmige Ende sogar ganz geschwunden sein. Die erstere Gattung von Sehstäben kennzeichnet die Nachtinsekten (z. B. Nachtschmetterlinge); doch haben *Dytiscus* und Verwandte Sehstäbe wie Taginsekten. Die zweite Gattung kommt den Taginsekten (Tag-

schmetterlingen, Blattwespen, Stachelwespen, Heuschrecken, Libellen, Dipteren) zu; doch haben *Cetonia* und Verwandte Sehstäbe wie Nachtinsekten. (Exner.)

Das Pigment.

Das Pigment, eine sehr feinkörnige, aus Pigmentzellen ausgeschiedene und meist schwarze Substanz, zeichnet sich durch die Eigenschaft aus, dass es auffallende Lichtstrahlen weder durchlässt noch reflektiert, sondern absorbiert, aufsaugt, also wirkungslos macht.

Es giebt im Insektenauge zwei Pigmentzonen, eine vordere und eine hintere; in der vorderen umgiebt das Pigment die Krystallkegel und heisst Irispigment; das hintere lagert in dem unteren Teile der Retina, an oder zwischen den Elementen derselben, und wird deswegen als Retinapigment bezeichnet.

Das die Krystallkegel umlagernde Irispigment lässt deren Spitzen frei; diese ragen in die durchsichtige Masse hinein, welche vor der Retina liegt.

Oft findet sich auch noch hinter der Membrana fenestrata Pigment, also ausserhalb der Augenkapsel. Es sind die von dem Augenganglion kommenden Nervenstränge, welche dort, wo sie sich zum Eintritt in die Augenkapsel anschicken, von Pigment umgeben sind, so dass hier eine starke dunkle Pigmentzone entsteht, z. B. bei dem Totenkopf, *Acherontia atropos*. (Leydig, Auge der Gliedertiere. S. 29.)

Nach Bedarf wird die Lage des Pigments, also die Stellung der Pigmentzonen geändert. Bei den im Dunkeln sich aufhaltenden Insekten hat das Pigment eine andere Lage als bei den im Sonnenlicht weilenden. Prof. Exner hat sogar die Erfahrung gemacht, dass bei einem und demselben Tiere *(Lampyris splendidula, Gastropacha quercifolia)* das Irispigment seine Lage verändert, wenn es aus einem dunklen in einen erhellten Raum gebracht wird. Er fand dies auf dem Wege, dass er sowohl ein in der Sonne sitzendes, als ein an einem dunklen Orte befindliches Tier tötete, die Augen untersuchte und beide miteinander verglich. Im Sonnenlicht erleidet das Irispigment eine Verschiebung nach hinten, etwa um die Länge des Krystallkegels, wodurch die einfallenden Lichtstrahlen grossenteils absorbiert, das Licht also abgeblendet wird. Die Spitzen der Krystallkegel werden bei jenem Vorgange aber nicht umhüllt, weil dann ja gar kein Licht durch dieselben auf die Netzhaut gelangen würde; sondern das Pigment rückt mehr oder weniger als cylindrische Scheide nach rückwärts, so dass die Verlängerung der Kegelachse und deren nächste Umgebung von Pigment frei bleiben.

Die Verschiebung des Pigments ist nicht bei allen Insekten, sondern nur bei solchen möglich, in deren Augen sich ein genügender Zwischenraum zwischen der Zone der Krystallkegel und der empfind-

lichen Netzhautschicht befindet. Wichtig für die dargelegte Bedeutung des Irispigments ist die Thatsache, dass Exner unter den zahlreichen Gliedertieren, welche er auf die photomechanische Reaktion des Irispigments prüfte, ohne Ausnahme nur die Nachttiere eine solche zeigten, also Tiere, welche ihre Augen sowohl bei Tage als bei Nacht zu benutzen haben, z. B. Nachtschmetterlinge und Krebse. Matte, dem Absterben nahe Tiere zeigten keine Pigmentverschiebung mehr.

Die Verteilung des Pigments in der Retina ist bei den Nachtinsekten recht wesentlich verschieden von den Taginsekten. Die Nachtschmetterlinge haben kurze pyramidenförmige Häufchen von Pigment, welche mit ihrem Grundteil der Membrana fenestrata aufsitzen und mit ihren Spitzen zwischen die Sehstäbe hineinragen. Bei Nachtkäfern, z. B. *Hydrophilus, Colymbetes* und *Lampyris* umhüllt das Pigment die hinteren Enden der Sehstäbe vollständig. Bei Taginsekten gehen lange, fadenförmige Pigmentstreifen von der Membrana fenestrata nach vorn. (Exner.)

Das Iristapetum.

Die Krystallkegel sind bei manchen Insekten und Krebsen am Grunde unmittelbar unter der Cornea mit sehr feinkörnigem, farbigem Pigment umgeben, welches von dem eigentlichen Pigment, welchem es vorgelagert ist, verschieden ist. Es wird von Exner als „Iristapetum“ bezeichnet. Im durchfallenden Lichte unter dem Mikroskop erscheint es fast so schwarz wie das Irispigment und ist von demselben nicht zu unterscheiden. Aber bei Abblendung des durchfallenden Lichtes zeigt es sich als opake, sehr stark reflektierende Masse. Neben seiner Funktion, das in die Zwischenräume benachbarter Krystallkegel einfallende Licht zu reflektieren, also aus den Augen wieder herauszubefördern, ist es gleichzeitig die Ursache der prächtigen Farben vieler Insektenaugen. Der Metallglanz mancher Insektenaugen (S. 159) wird durch die Reflexion der auf das Iristapetum gefallenen Lichtstrahlen erklärt.

* * *

Der rote Farbstoff in den Augen der Stubenfliege hat nach Krukenberg grosse Aehnlichkeit mit dem Stäbchenpurpur der Cephalopoden, ist also kein Hämoglobin (gegen Mac Munn).

* * *

Die vorstehenden Darlegungen beziehen sich nur auf die zusammengesetzten Augen der grossen Mehrzahl der entwickelten Insekten. Bei zahlreichen Insektenlarven, z. B. von Käfern und Schmetterlingen, finden sich jedoch getrennte Einzelaugen. Jedes Einzelauge besteht aus einer einzelnen Linse und einer kleineren oder grösseren Zahl von Sehstäben, welchen die gemeinsame Linse vorgelagert ist, während bei den zusammengesetzten Augen jeder Sehstab seine eigene Linse hat.

Es giebt also 1) einlinsige Augen (Ozellen),
2) viellinsige Augen (Fazettenaugen).

Die Stirnaugen zahlreicher Insekten, namentlich Dipteren, Orthopteren und Hymenopteren (S. 170), sind gleichfalls einlinsige Augen mit zahlreichen Elementen (Sehstäben).

Ihre histiologischen Bestandteile entsprechen denen der Fazettenaugen vollkommen. Wie letztere nur durch eine vielfache Wiederholung eines und desselben Gebildes entstehen, so sind die Ozellen nur durch Vermehrung der den elementaren Gebilden des Fazettenauges entsprechenden Elemente entstanden zu denken. In Wirklichkeit sind also auch die einlinsigen Augen zusammengesetzt und nur äusserlich einfach. Es ist daher nicht richtig, von einfachen und zusammengesetzten Augen zu reden. Es giebt nur zusammengesetzte, welche in einlinsige und viellinsige Augen zerfallen.

Ozellen befinden sich bei entwickelten Insekten nicht nur auf der Stirn, sondern auch in einzelnen Fällen an den Seiten des Kopfes an der Stelle der Fazettenaugen, z. B. bei den Flöhen (Pulicidae), bei den Arbeiterinnen der Ameisengattung *Eciton*, sowie bei den Larven zahlreicher Insekten, usw. (Vergl. S. 150.)

Im Verhältnis zu der Mannigfaltigkeit der Insektenaugen (S. 147—176) kennen wir nur wenig von der vergleichenden Anatomie derselben. Diese ist also ein dankbares Feld für weitere Forschungen.

Doppelte Augen einiger Insekten.

Bei einigen Insekten sind die fazettierten Augen an jeder Seite des Kopfes doppelt, nämlich vollständig voneinander getrennt und zuweilen von verschiedener Beschaffenheit. (S. 160.)

1. An jeder Kopfseite zwei voneinander getrennte Augen in beiden Geschlechtern. Eine Seitenkante des Kopfes scheidet äusserlich beide Augen, von denen das eine an der Stirn, das andere jenem gleiche ganz auf der Unterseite des Kopfes gelegen ist, so dass das Insekt nach oben und nach unten zu sehen vermag. Diese Bildung der Augen findet sich in der schon S. 160 geschilderten Vollkommenheit nur bei den Arten der das Wasser bewohnenden Drehkäfer, Gyrinidae. Vergl. fernere Beispiele S. 160.

2. Ausser den, beiden Geschlechtern eigenen gewöhnlichen Fazettenaugen finden sich in zwei Gattungen der Eintagsfliegen (Ephemeridae), nämlich bei den Arten von *Cloë* und *Potamanthus*, im männlichen Geschlecht noch je ein Paar accessorischer Fazettenaugen, welches ganz verschieden und viel grösser ist als die darunter befindlichen Augen. Das Weibchen besitzt nur letztere Art von Augen.

3. Aehnlich ist es bei *Bibio* (Diptera). Das Weibchen von *Bibio hortulanus* hat jederseits ein kleines, ovales, schwarzes Auge, das Männchen ein grosses kugeliges, hellbraunes, dicht behaartes Auge und ausserdem vor demselben, nach unten zu, das gewöhnliche kleine Auge, welches nach Form, Lage und Farbe demjenigen des Weibchens gleicht. Nach Carrière (Zool. Anz. 1886, S. 142), welcher dieses zweite Auge entdeckte, stimmen die kleinen Augen der Männchen mit denen der Weibchen bis auf geringe Unterschiede in den Grössenverhältnissen ihrer Elemente überein; dagegen weichen die grossen Augen des Männchens in Grösse und Ausbildung der einzelnen Teile so sehr von den gewöhnlichen Augen der Spezies ab, dass sie einen ganz anderen Typus von Insektenaugen zu bilden scheinen. Doch gehören sie zu einem und demselben Typus, „dem akonen Auge", und stellen nur verschiedene Stufen ihrer Ausbildung dar.

Bei anderen Insekten ist die Vergrösserung des Gesichtsfeldes des Auges der männlichen Tiere durch eine Vergrösserung der Oberfläche resp. Vermehrung der Fazetten oder durch eine stärkere Wölbung erreicht.

Carrière erklärt das Verhältnis des accessorischen Auges zu dem gewöhnlichen Auge (Gattungsauge) bei *Cloë diptera* wie folgt: „Die erste Anlage der accessorischen Augen zeigt sich bei jungen Larven zu der Zeit des beginnenden Puppenstadiums, wenn man ein solches durch die Flügelbildung bezeichnet wissen will, und zwar in gleicher Weise wie bei der embryonalen Entstehung der Fächeraugen überhaupt, indem die Epithelzellen sich verlängern und in zwei Schichten spalten, aus denen einerseits die Kegel-, andererseits die Retinula- und interstitiellen Pigmentzellen hervorgehen. Während bei der Imago und älteren Larven kein Zusammenhang der accessorischen und Gattungsaugen mehr ersichtlich ist, erscheint bei der jungen Larve der obere, innere Rand des Gattungsauges als die Stelle, von welcher die Anlage ausgeht. Doch besteht kein Zusammenhang oder Übergang zwischen den Ommatidien beider Augen, das Gattungsauge ist zu dieser Zeit längst ein vollkommen ausgebildetes, abgeschlossenes Organ; das Gewebe, von welchem, so zu sagen, der Reiz zu der Neubildung ausgeht, ist der (in den „Sehorganen" mehrfach erwähnte) Kranz von fadenförmigen, pigmentierten Epithelzellen, welcher die Fächeraugen umgiebt und als ein Rest der Embryonalanlage zu betrachten ist. Diese Zellen selbst gehen allerdings nicht in das neuentstehende Organ über, aber die ihnen benachbarten Epithelzellen verlängern sich, und diese Verdickung schreitet medianwärts gegen den Scheitel, nach vorn und namentlich nach hinten zu fort. Am medianen vorderen und hinteren Rande findet sich jetzt schon als Einstülpung die Anlage einer Falte, welche später die Augenanlage ganz umschliesst und zuletzt das Hervortreten des accessorischen Auges über die Scheitelfläche gestattet. — Hat die

Augenanlage eine gewisse Ausdehnung erreicht, so beginnt die Umbildung der Epithelzellen in Ommatidien auf die bekannte Weise, und zwar von dem Centrum der Anlage nach der Peripherie fortschreitend, so dass in dem nun linsenförmigen Organ in der Mitte zwei, am Rande nur eine Schicht von Kernen in allmählichem Übergange sichtbar sind. So treten auch später im Centrum zuerst die Krystallkegel, Retinula und Rhabdom auf, bis schliesslich alle Ommatidien des neuen Auges die gleiche Ausbildung und Grösse erlangt haben und in der reifen Larve (Puppe) zwischen, bez. mit dem äusseren Rande unter den Gattungsaugen die accessorischen Sehorgane als ovale Körper mit konvexer Oberfläche und konzentrischer Basis liegen. Abgesehen von dem Mangel des Pigmentes in den Männchenaugen und geringen Grössenunterschieden — das Gattungsauge ist tief blauschwarz, seine Ommatidien etwas kleiner — stimmen beide Augenformen im Bau ihrer Ommatidien noch vollkommen überein, sind aber räumlich durch eine tiefe Ringfalte ganz getrennt".

Die Ganglien der accessorischen Augen gehen zur Zeit der Anlage dieser Organe von den Ganglien der Gattungsaugen aus.

Die oberen und unteren Augen von Gyrinus sind nach Carrière (Zool. Anz. 1886, S. 479) vollkommen gleich gebaut. Es handelt sich nur um eine Teilung und Trennung des ursprünglich einfachen Seitenauges, wobei beiderseits das äussere Ganglion gleichfalls getrennt, das mittlere paarig, aber zusammenhängend, das innere unpaarig ist.

Wie die Insekten sehen.

Das Bild von Gegenständen der äusseren Umgebung fällt durch die glashelle Hornhaut und kommt durch Vermittelung der komplizierten Nervenendapparate und der zu besonderen Sehzellen umgebildeten Unterhautzellen zum Bewusstsein. Vornehmlich ist es also die Haut mit ihren Hautzellen, welche in den Dienst der Sehfunktion tritt.

Jede Fazette mit dem ihr zugehörigen Sehstabe empfängt einen Eindruck von den im Gesichtsfelde des Insekts befindlichen Gegenständen. Indes würden bei der grossen Zahl von Fazetten schräg einfallende Strahlen in benachbarte Sehstäbe übertreten und Verwirrung in den Sehfunktionen erzeugen, wenn nicht eine Einrichtung getroffen wäre, dass schräg einfallende Strahlen aufgefangen werden und wirkungslos bleiben.

Der Krystallkegel und der zugehörige Sehstab jedes Augengliedes sind nämlich zonenweise dicht scheidenartig von Pigment umhüllt. Die Folge davon ist, dass nur die den Krystallkegel durchdringenden Strahlen eine Wirkung auf die in der Achsenrichtung des Augengliedes befindlichen, das Sehen vermittelnden Elemente ausüben, während die seitlich einfallenden Strahlen das Pigment treffen und wirkungslos bleiben.

Wie kommt nun das Bild eines Gegenstandes in einer Ebene der Netzhaut zustande, um von dem Insekt als Ebenbild des in sein Vorstellungsvermögen aufzunehmenden Gegenstandes erkannt zu werden? Durch jede Fazette, welche dem Objekte gegenübersteht, wird nur ein Teil des Bildes des ganzen zu sehenden Gegenstandes aufgenommen. Erst durch das Zusammenwirken mehrerer, nämlich aller dem Objekte gegenüberstehenden Fazetten und der zugehörigen Einzelaugen wird das ganze Bild des Objektes erzeugt. Demnach verhält sich das zusammengesetzte Auge physiologisch wie ein einziges einfaches Auge. Früher wurde angenommen (Gottsche 1852), dass hinter jedem Krystallkegel ein umgekehrtes Bild des äusseren Gegenstandes entstehe, so dass beim Sehen eine Vervielfältigung der Bilder anzunehmen wäre. Grenacher hat bewiesen, dass das Sehen nur in obiger Weise möglich ist.

Die frühere Annahme, dass das Insekt vermittelst jeder Fazette ein (umgekehrtes) Bildchen von dem Objekt empfange, hat sich als irrtümlich erwiesen. Das Insekt nimmt vielmehr, wie erwähnt, vermittelst jeder Fazette nur einen Teil des Gegenstandes wahr. Dadurch, dass naturgemäss jede Fazette einen anderen Teil sieht, entsteht eben ein zusammengesetztes, mosaikartiges Bild, und zwar ein aufrechtes. Dieser Lehrsatz von dem musivischen Sehen der Insektenaugen ist schon vor 70 Jahren von keinem geringeren, als dem berühmten Berliner Physiologen Johannes Müller aufgestellt und bewiesen (Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826). Obgleich die Müller'sche Theorie später angefochten wurde (Gottsche, Max Schultze), so traten doch während der letzten Jahrzehnte mehrere Anatomen und Physiologen auf, welche auf verschiedenen Wegen auf die alte Theorie vom musivischen Sehen zurückkamen: namentlich sind Grenacher, Exner, Notthaft, Forel und Plateau zu nennen.

Mit Exner ziehen wir aus dem Dargelegten folgende Schlüsse. Das Erkennen eines Gegenstandes ist nur durch die Gesamtheit der gesonderten Wirkungen einzelner Fazetten möglich; die Zahl der Fazetten muss demnach für ein deutliches Sehen massgebend sein. Ferner aber, je kleiner die Fazette und je länger der Krystallkegel, desto weniger, aber auch desto bestimmtere Lichtstrahlen, desto begrenztere Teile der Aussenwelt wird sie empfinden. Je grösser die Fazette und je kürzer ihr Krystallkegel, desto mehr Lichtstrahlen, also desto in- und extensiver, aber auch desto diffuser wird sie empfinden. Viele kleine Fazetten vermindern zwar die Intensität des Lichtes, vergrössern aber dafür die Deutlichkeit des Sehens, die Lokalisation. Ist das ganze Auge stark gewölbt, so empfängt es Licht aus sehr verschiedenen Einfallswinkeln, und das Gesichtsfeld wird grösser; weniger Fazetten werden von den Lichtstrahlen eines und desselben Punktes eines Gegenstandes getroffen; das Gesichtsfeld einer Fazette scheidet sich also mehr von dem der anderen, und das

muss ein deutlicheres Sehen zur Folge haben. Hieraus erklärt es sich, warum manche Insekten gewölbtere Augen und kleinere Fazetten haben als andere. Es hängt mit dem Bedürfnis des Insekts zusammen, je nach seiner Lebensweise mit einem stärkeren oder schwächeren Sehvermögen, im Hellen oder im Dunkeln, ausgerüstet zu sein.

Der aus der Fazettencornea und dem Krystallkegel bestehende dioptrische Apparat jedes Augenelements dient dazu, möglichst viel Licht aufzunehmen, aus welchem Grunde im Dunkeln sich aufhaltende Insekten grössere und gewölbtere Fazetten haben als Taginsekten (S. 156). Je kleiner die Fazetten sind, desto weniger Strahlen, nämlich nur die zur Längsaxe des Einzelauges nahezu oder ganz parallelen, treffen die zugehörigen Nervenelemente, desto grösser ist aber die Intensität der einwirkenden Strahlen und um so besser lokalisiert ein solches Auge (Exner). Deswegen haben die Tagschmetterlinge kleinere Fazetten als die Nachtschmetterlinge.

Die annäherungsweise in der Richtung der Axe des Einzelauges einfallenden Lichtstrahlen werden teils durch Brechung, teils durch Reflexion bis an die Spitze des Krystallkegels geleitet, wo sie dann in viel intensiverer Weise das Nervenelement zu reizen vermögen, als wenn der dioptrische Apparat fehlte. Es wird eben durch denselben die Helligkeit des aufrechten Netzhautbildes erhöht. Die einfallenden Strahlen, welche den Krystallkegel durchleuchten und sich an der Spitze des Kegels vereinigen, müssen eine intensivere Helligkeit zur Folge haben. Der Krystallkegel, dessen Axe zusammenfällt mit der optischen Axe der Corneafazette, hat nach Exner den Zweck, zu verhindern, dass das Licht, das aus einer von der Axe des Auges nicht zu weit abweichenden Richtung kommt, auf die Pigmentscheide oder auf einen anderen nicht empfindenden Teil des Augenhintergrundes falle und so für die Empfindung verloren gehe. Es bezwecke die Sammlung dieser Strahlen auf dem schmalen Sehstab. Dieser ist also das empfindende Element und der Krystallkegel der Lichtkondensator. Der Sehstab ist an seinem Ende zuweilen breiter, z. B. bei *Geotrypes* und *Syrphus* (M. Schultze, Taf. 2, Fig. 5 und 25).

Die Nervenerregung infolge der einfallenden Lichtstrahlen findet nach Exner's Annahme in einer vor den hinteren Enden der Sehstäbe gelegenen Schicht der Netzhaut (Retina) statt. Das Sehstäbchen jedes Augengliedes, das Rhabdom, spielt dabei eine wichtige Rolle. Dieses stark lichtbrechende Stäbchen ist eines der wichtigsten Elemente im Fazettenauge. Hinsichtlich seiner Funktion ist es ein Fangapparat für solche Lichtstrahlen, welche in einer von seiner Längsaxe nicht zu sehr abweichenden Richtung an dasselbe gelangen. Denn diese Strahlen können zwar in sein Inneres eindringen, aber erst an seinem Ende aus ihm austreten; im Verlaufe seiner ganzen Länge werden sie durch totale Reflexionen am Austritte verhindert. Befände sich an seinem hinteren Ende ein das Licht reflektierender Körper, so würden die Lichtstrahlen wieder durch das Stäbchen zurückbefördert.

Diese ganze Einrichtung legt den Gedanken nahe, dass während der Leitung des Lichtes in den stark lichtbrechenden Stäbchen der wesentlichste Prozess des Sehaktes, die Umwandlung von Lichtbewegung in Nervenerregung, stattfindet oder eingeleitet wird. Die zu den Stäbchen gehörenden Retinulazellen, die den eigentlichen Sehstab bilden, sind die Vermittler zwischen den Stäbchen und denjenigen Nervenfasern, mit denen sie zusammenhängen. Die bedeutende Länge der Stäbchen ist für den Sehakt nicht gleichgiltig.

Die Länge der Sehstäbe im Verhältnisse zur Grösse des Auges, also die Lage der Netzhaut, ob nahe hinter der Krystallkegelschicht oder entfernter von derselben, muss auf die Art des Sehens einen elementaren Einfluss ausüben. In der That finden wir das in der Natur bestätigt.

Es lassen sich die zusammengesetzten Augen nach Exner in zwei Gruppen sondern.

1. Zwischen der Krystallkegelzone und der empfindlichen Schicht der Netzhaut befindet sich eine dicke Lage durchsichtigen Gewebes in einer solchen Anordnung, dass ein Element der Netzhaut von Strahlen, die aus mehreren Kegelspitzen austreten, getroffen werden kann. Die den einzelnen Fazettengliedern zugehörigen Lichtmassen fallen in der Ebene der Netzhaut zu einem grossen Teile übereinander. Diese Art des Netzhautbildes wird deshalb Superpositionsbild genannt.
2. Die Netzhautelemente befinden sich in nächster Nähe der Kegelspitze, so dass die je einem Fazettengliede angehörigen Lichtmassen nebeneinander die Ebene der Netzhaut treffen. Das entstehende Bild wird daher Appositionsbild genannt.

Die Verhältnisse der ersten Art finden sich bei Nachtschmetterlingen (*Gastropacha, Spilosoma, Catocala, Sphinx* usw.), manchen Käfern (*Lampyris, Telephorus, Melolontha, Dytiscus, Colymbetes, Hydrophilus* usw.) und Krebsen (*Palaemon, Nica, Astacus, Pagurus* etc.), die der zweiten Art bei Tagschmetterlingen, Immen (*Bombus*), Fliegen (*Musca*), Wasserjungfern (*Libellula*), manchen Käfern (*Dorcadion, Elater*), Krebsen (*Squilla, Maja, Carcinus*) und den Molukkenkrebsen (*Limulus*).

* * *

Die Insekten können meistens nur auf sehr geringe Entfernungen Gegenstände gut sehen, aber meist auch nur in dem Falle erkennen, wenn sich die Gegenstände bewegen. Keines Insekts Sehvermögen reicht weit über 2 m hinaus. Durchschnittlich sehen die Lepidopteren 1,50 m, die Hymenopteren 58 cm und die Dipteren 68 cm weit die Bewegung eines voluminösen Körpers. Schmetterlingsraupen sehen mit ihren Einzelaugen nur bis 1 cm deutlich, darüber hinaus können sie Gegenstände, auch wenn diese sich bewegen, nicht mehr unterscheiden (Plateau). Nach Exner's Versuchen kann der Leuchtkäfer (*Lampyris splendidula*) grössere Gegenstände noch aus einer Entfernung von etwas mehr als 2 m in seiner Form ziemlich deutlich erkennen.

Claparède ist der Ansicht, dass eine Honigbiene aus einer Entfernung von 20 Fuss keinen Gegenztand wahrnehmen könne, der nicht mindestens acht bis neun Zoll im Durchmesser habe.

Die gewöhnliche Grenze des deutlichen Sehens liegt nach Notthaft bereits in einer Entfernung von 60 cm vom Auge. Hinter dieser Grenze können selbst charakteristisch gestaltete Gegenstände nur unklar unterschieden werden. Ortsbewegung, sowie Hell und Dunkel werden noch bis auf eine gewisse grössere Entfernung unterschieden.

Um die Stärke des Sehvermögens der Raupen, welche an den Seiten des Kopfes je sechs einfache Augen (Ozellen) besitzen, kennen zu lernen, stellte Plateau folgenden Versuch an. Er setzte eine Raupe auf ein mit einer Nadel auf den Kork einer Flasche befestigtes dünnes Stäbchen; „sie kroch an das eine Ende des Stäbchens, klammerte sich hier mit ihren Bauchbeinen an und bewegte das vordere Körperende bedächtig und nach einem neuen Stützpunkte suchend nach allen Seiten. Wurde nun dem tastenden Kopfe ein 30 cm langes und 5 cm dickes Holzstäbchen genähert, so strebte die Raupe diesem kräftig zu, sobald sie dasselbe deutlich wahrnahm, was erst bei ungefähr 1 cm Entfernung geschah. Bei diesem Versuche war Sorge getragen, dass eine Wahrnehmung des Holzstäbchens durch andere Sinnesorgane seitens der Raupe nicht stattfinden konnte; die für riechende Stoffe sehr empfindlichen Fühler nahmen einen frischen Zweig bereits auf 3 cm Entfernung, einen trockenen erst auf 1 cm Entfernung wahr." Es ist indes möglich, dass die Raupen auch in grösserer Entfernung, wenn auch undeutlich, sehen.

Auffallend bleibt es aber immer noch, dass die mit getrennten Ozellen versehenen Gliederfüsser, z. B. Spinnen, Larven von Coleopteren und Lepidopteren u. a., gleichfalls ein mosaikartiges Bild erhalten sollen, was doch bei der Anordnung solcher Einzelaugen (S. 151) unmöglich ist.

* * *

Der Ausdruck für den Grad der Scharfsichtigkeit ist bei den Fliegen (Diptera) die Färbung oder Zeichnung der Augen, wie aus den sehr interessanten Beobachtungen und Untersuchungen Girschner's hervorgeht. Einfarbige dunkle Augen besitzen diejenigen Dipteren, welche ihrer Lebensweise nach einen vorzüglich entwickelten Gesichtssinn haben müssen, also alle Raubfliegen (Asiliden, Empiden, Leptiden, Dolichopodiden), ferner die echten Lufttiere, nämlich die holoptischen Bombyliiden, Syrphiden, Pipunculiden u. a. Auch diejenigen Dipteren, deren Larven echte Schmarotzer anderer Tiere sind, haben einfach gefärbte Augen; denn die Weibchen haben einen vollkommeneren Gesichtssinn nötig, um die Wirtstiere für ihre Brut aufsuchen zu können. Hierher gehören die Bombyliiden, Conopiden, Pipunculiden und Tachiniden.

Auffallend lebhaft, bunt oder metallisch gefärbte, gebänderte oder gefleckte Augen finden wir bei den das helle Sonnenlicht liebenden Fliegen, z. B. vielen Dolichopodiden und einigen Bombyliiden, ferner den Tabaniden (*Tabanus, Chrysops, Haematopota*), die sich oft sehr leicht mit der Hand fangen lassen, und von denen manche Arten im Volksmunde sogar als „blinde Fliege“ oder „Blindbreme“ bezeichnet werden. Wie schwer sind dagegen meist die Syrphiden und Bombyliiden zu erhaschen, welche bei der geringsten Annäherung entwischen. Es ist der Schluss berechtigt, dass die Dipteren mit einfarbigen Augen einen vollkommeneren Gesichtssinn haben, als die mit bunt gebänderten und gefleckten, überhaupt gezeichneten Augen. Hiernach lässt sich auch die verschiedene Färbung der Augen bei Männchen und Weibchen einer Art erklären, wie dies bei zahlreichen Orthorrhaphen der Fall ist, indem wir davon ausgehen, dass die Männchen, um das andere Geschlecht mit Erfolg aufsuchen zu können, eines entwickelteren Gesichtssinnes bedürfen. Das ist z. B. bei den Tabaniden der Fall, deren auf Blüten sich aufhaltende Männchen zum grössten Teil einfarbige, nur am Unter- und Hinterrande Reste von Binden und Flecken aufweisende Augen besitzen, während bei ihren blutsaugenden Weibchen bunte Binden und Flecken über das ganze Auge verteilt sind.

Ungleichmässige Bildung der Augen mancher Insekten. Das Sehen von Bewegungen.

Es ist eine bemerkenswerte Thatsache, dass bei vielen Insekten die Augen einen ungleichmässigen Bau haben. Am Rande des Auges können z. B. die Cylinder der Hornhautfazetten und die Krystallkegel, sowie die Sehstäbe eine andere Stellung zur Oberfläche der Hornhaut haben als im Centrum des Auges. Viel bedeutender sind Unterschiede im Baue verschiedener Abschnitte des Auges, so dass sich daraus eine auffallende Differenz in der optischen Wirkung der verschiedenen Abschnitte ergiebt.

Bei vielen Dipteren ist die Wölbung des Auges eine sehr ungleiche; es kann an den Rändern viel mehr gekrümmt sein als in der Mitte der Oberfläche, wo der Krümmungshalbmesser grösser ist. Da nun die Grösse des Netzhautbildes von dem Krümmungshalbmesser des Auges abhängig ist, so wird ein Gegenstand in der Mitte des Auges ein grösseres Bild entwerfen als an den Rändern, an diesen aber das ganze Netzhautbild verzerrt und unklar erscheinen. Dieses Verhältnis bringt dem Insekt keinen Nachteil; will es den Gegenstand genau sehen, so kann es die Augenmitte nach demselben lenken. Sehen doch wir selbst mit den Augen nach deren Peripherie nur sehr ungenau, und bekommen nur mit dem Blickpunkte in der Mitte des Auges ein scharfes Bild. Vergl. Exner, 1891, S. 180.

Bei Wasserjungfern (Libellulidae) ist der obere Teil des Auges anders gebaut als der untere und der seitliche. Die Wölbung, die Grösse der Hornhautfazetten, die Färbung und Zeichnung ist eine verschiedene. Namentlich finden sich unten und an den Seiten die von Exner „Pseudopupillen“ genannten Zeichnungen, im obern Teile aber ist nichts davon zu sehen. Diesen Unterschieden entsprechen Abweichungen in der Beschaffenheit innerer Teile. Der obere Teil des Augapfels ist dicker als der untere Teil; dementsprechend sind auch die Fazettenglieder im unteren Teile des Auges kleiner als im oberen. Auch sind im unteren Teile die Krystallkegel und die ganzen Sehstäbe schwarz pigmentiert, und nur der vordere Teil der Kegel von farbigem Pigment umkleidet. Dagegen kommt im oberen Abschnitt gar kein schwarzes Pigment, sondern nur farbiges vor. Der Uebergang von dem einen zum anderen Pigment ist ein plötzlicher.

Die Hornhautfazetten sind im oberen Teile grösser als im unteren. Exner fand den Durchmesser derselben bei *Libellula depressa* oben = 0,059 mm, unten = 0,033 mm, also oben fast doppelt so gross. Aehnlich ist der Durchmesser der Fazetten nach Notthaft's Messungen bei *Aeschna*, oben 0,06, unten 0,035. Bei manchen Libellen verrät sich der Unterschied in der Grösse der Fazetten auch schon durch die Färbung des Auges, indem letzteres oben dunkelblau, unten lichtgrün ist. Aehnliche Verhältnisse finden sich bei den Dipteren; die oberen Hornhautfazetten sind grösser als die unteren. Oft ist auch die Färbung in den beiden Anteilen der Oberfläche des Auges eine verschiedene, doch nicht eine so scharf ausgesprochene, wie bei den Libellen. Vergl. Girschner.

Ohne Zweifel hängt der verschiedene Bau der Augen mit der Lebensweise zusammen. Mit den oberen und seitlichen Teilen des Auges nimmt die horizontal sitzende oder fliegende Libelle die im Fluge sich bewegende Beute oder die zum Liebesspiel erkorene, in der Luft schwebende Genossin wahr; mit dem unteren Teile sieht sie auf die ergriffene Beute, wenn sie diese verzehrt. Der obere und seitliche Teil des Auges dient demnach zur Wahrnehmung von Bewegungen, der untere zur Wahrnehmung ruhender Objekte. (Exner.)

Das Sehen von Bewegungen spielt im Leben der Tiere, namentlich der Insekten, eine grössere Rolle als das Sehen von ruhenden Objekten. Bei letzteren kommt der Geruchssinn in seinem ganzen Umfange in Anwendung, nicht nur bei Insekten, sondern auch bei Säugetieren. Aber viele Insekten können ruhende Gegenstände, wie wir in dem folgenden Abschnitte sehen werden, ganz gut erkennen und in ihren Beziehungen zu denselben sich auf ihren Gesichtssinn verlassen. Interessant ist es dabei zu bemerken, dass diejenigen Insekten, welche Formen unterscheiden, also ein gutes Gesicht haben, geringer entwickelte Geruchswerkzeuge, nämlich kürzere Antennen haben, als die schlechter sehenden Arten, welche längere Antennen besitzen.

Wir können nicht den Schlussfolgerungen Plateau's zustimmen, dass die Fazettenaugen nur Farben und Bewegungen wahrnehmen, aber keine Formen unterscheiden. Forel's und Anderer Beobachtungen belehren uns eines besseren, wie wir in dem folgenden Abschnitte erfahren werden.

Exner schliesst aus seinen Versuchen, welche er bei Gelegenheit der „kleinsten Differenz" zwischen zwei Punkten der Netzhaut anführt, dass das Erkennen einer Bewegung nicht, wie man bisher glaubte, auf einer Wahrnehmung, sondern dass es in gewissen Fällen auf unmittelbarer Empfindung beruhe. (Pflüger's Archiv, 1875.)

Die Definition von „Empfindung" und „Wahrnehmung" giebt Helmholtz mit folgenden Worten: „Empfindungen nennen wir die Eindrücke auf unsere Sinne, insofern sie uns als Zustände unseres Körpers zum Bewusstsein kommen; Wahrnehmungen, insofern wir uns aus ihnen die Vorstellung äusserer Objekte bilden." (Tonempfindungen. 2. Aufl. S. 101.)

Das Sehen von Bewegungen gehört nach Exner zu den primitiven Eigenschaften des Auges, und bei den Tieren dienen die Augen in erster Linie dazu, Bewegungen zu erkennen, namentlich gegenüber Feinden, Gefahren und als Beute dienenden Tieren. Bei den Insekten scheinen es nichts zu sein als Bewegungen, welche sie schrecken, wie auch andere Tiere den gefahrdrohenden Feind oder die Beute nicht erkennen, solange diese sich ruhig verhalten.

Wir können das selbst erproben, indem wir sehr langsam mit der Hand ein sitzendes Insekt zu berühren suchen. Es nimmt die Bewegung nicht wahr und hat deshalb nicht die Vorstellung von Gefahr, welche ihm erst zum Bewusstsein kommt, wenn es die sich bewegende Hand sieht, wodurch es verscheucht wird.

Das Sehen von ruhenden Gegenständen.

Es ist nicht nur wahrscheinlich, sondern durch Beobachtungen festgestellt, dass viele Insekten auch ruhende Gegenstände erkennen. Wir finden das namentlich bei Raubinsekten, welche sich auf ihre Beute stürzen. Da nun nach obiger Darlegung (S. 468) Insekten mit kleinen Fazetten und stark gewölbten Augen am deutlichsten sehen, z. B. Libellen, Tigerkäfer (*Cicindela*), Laufkäfer (*Carabus*) und Wespen, so folgt daraus, dass derartig gebildete Augen für den vorliegenden Fall in Betracht kommen. Die Beobachtung der in der Natur sich bietenden Erscheinungen muss auch hier wieder die bessere Lehrmeisterin sein. Wichtige Aufzeichnungen verdanken wir in dieser Beziehung dem Schweizer Entomologen Forel. Er beobachtete eines Tages eine *Vespa germanica*, die an der Wand einer Veranda nach Fliegen jagte. Sie stürzte sich mit ungestümem Fluge auf die an der Wand sitzenden Fliegen (*Musca domestica, Stomoxys calcitrans*), welche meistens entkamen, teilweise aber ergriffen, getötet, verstümmelt und fortgetragen wurden. Zu wiederholten Malen kam die Wespe wieder,

um weiter nach Fliegen zu jagen. An der Wand befand sich auch ein schwarzer Nagel von der Grösse einer Stubenfliege, durch den sich die Wespe täuschen liess und auf ihn zustürzte, um ihn nach der Berührung sofort wieder zu verlassen, aber bald darnach sich wieder täuschen zu lassen. Hieraus geht hervor, dass die Wespe einen ruhenden Gegenstand deutlich sehen kann, jedoch in seinen Umrissen nicht zu unterscheiden vermag, also ungenau sieht.

Wie sicher die, den Schwalben gleich, nur im Fluge jagenden Libellen ihre Beute erkennen, und wie genau sie dabei die Entfernung bemessen, ist oft genug zu beobachten. Auch dass während des Fluges die Geschlechter einer und derselben Art sich erkennen, beruht in diesem Falle mehr auf den Wirkungen des Gesichts- als des Geruchssinnes, der sich bei der Schnelligkeit des Fluges wohl nicht ausreichend bethätigen kann. Dasselbe gilt von Bienen und Ameisen während des Hochzeitsfluges. Ferner haben die Männchen vieler Insektenarten grössere Augen als ihre Weibchen (S. 159) wohl nur aus dem Grunde, weil sie letztere mit Hülfe eines scharfen Gesichtssinnes, also nicht nur vermöge des Geruchssinnes, aufsuchen.

Ausgezeichnete Versuche stellte Forel mit Hummeln und Wespen an. Auf einer Blumengruppe (hauptsächlich Winden) befanden sich viele Hummeln (*Bombus pratorum, terrestris*). Einige wurden gefangen und ihnen die Fühler bis auf den Grund abgenommen. Darnach wurden sie fliegen gelassen, aber eine kehrte nach fünf Minuten zurück, flog geraden Weges auf die Windenblüten zu und sog an mehreren. Sie flog stets ganz direkt, ohne eine Sekunde zu schwanken, in die nächste Blüte.

Andere Hummeln wurden gefangen, und ihnen der ganze Vorderkopf bis zu den Netzaugen ausgeschnitten, so dass von den Mundteilen nichts am Kopfe zurückblieb. Die armen Tierchen wurden freigelassen und flogen fort. Zwei derselben (Männchen) kamen nach einiger Zeit wieder und flogen von Blüte zu Blüte, ohne sich viel aufzuhalten; denn sie konnten ja ihren Hunger nicht stillen.

Darnach wurden einigen Hummelmännchen (*pratorum*), welche die Blüten einer blauen exotischen *Veronica* zu besuchen pflegten, sowohl der Vorderkopf bis zu den Augen, als auch die Fühler abgeschnitten. Eins derselben flog, nachdem es losgelassen, fort, kam aber bald zurück und richtete seinen Flug auf die blauen *Veronica*-Blüten hin. Sein Benehmen war wie das der früheren Hummeln. Es flog von Blüte zu Blüte, hielt sich aber an jeder nur einen Augenblick auf, weil es keine Nahrung zu sich nehmen konnte, und flog dann fort.

In gleicher Weise verstümmelte *Pollistes gallica* benehmen sich ebenso wie die Hummeln.

Auffallend war bei diesen Versuchen, dass die der Antennen beraubten Bienen und Wespen in ihrem Fluge viel sicherer waren als unverletzte. Sie flogen schnurgerade auf eine Blüte zu. Das Hin-

und Herschwanken der mit Antennen versehenen Bienen hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass die Insekten vermittelst ihrer Fühler die Substanzen wittern. Dieses Schwanken ist bei den besser riechenden und schlechter sehenden Wespen auffallender als bei den schlechter riechenden und besser sehenden Bienen. Weitere Versuche über diesen Punkt werden uns über diese Verhältnisse eingehender unterrichten. Aber die zuletzt angeführten Beobachtungen beweisen, dass die Hummeln die Blüten schon aus gewisser Entfernung und mit absoluter Sicherheit mit ihren Augen wahrnahmen, ohne den Geruchssinn anwenden zu müssen. Mit den Augen können sich die Insekten also sehr gut zurecht finden, sowohl in der Nähe wie in der Ferne sehen und die Entfernung berechnen.

Aus dem vorstehend Mitgeteilten folgt, dass geblendete Insekten die Stelle nicht erkennen können, wo sie sich niederlassen wollen. Blendung der Insekten wird dadurch bewirkt, dass ihnen die Augen mit einem undurchsichtigen Lack bestrichen oder exstirpiert werden. Versuche dieser Arten stellte Forel an. Verschiedenen Fliegen, z. B. *Calliphora vomitoria* und *Lucilia caesar* wurden auf erstere Art vollständig geblendet. Die Tiere, am Boden gelassen, flogen nicht fort, ohne Zweifel, weil sie ein Ziel nicht sehen konnten, dem sie hätten zufliegen können. In die Luft geworfen, flogen sie rasch hin und her, seitlich oder nach unten und stiessen schliesslich an den Boden oder an die Mauer des Hauses; in letzterem Falle so heftig, dass sie sich nicht setzen konnten, sondern zu Boden fielen, um dort still liegen zu bleiben oder mit den Flügeln zu flattern oder auch ein wenig zu gehen. Sie gingen jedoch langsamer und vorsichtiger als sehende Fliegen. Nachdem dieselben Versuche mehrere Male wiederholt waren, flog das Insekt schliesslich, und zwar zuerst unsicher und zickzackartig, sehr bald aber direkt in die Höhe, und zwar teils schnurgerade oder schraubenförmig rotierend, bis zu einer solchen Höhe gegen den Himmel, dass es schliesslich nicht mehr gesehen wurde, obgleich der Beobachter die grosse *Calliphora* schon in beträchtlicher Höhe noch verfolgen konnte.

Merkwürdig ist es, dass auch andere Insekten, z. B. ein Schmetterling (*Plusia gamma*) und eine Hummel (*Bombus*), in derselben Weise behandelt, in den blauen Himmelsraum verschwanden, nachdem sie vorher oft auf den Boden gestürzt waren. Geblendete Maikäfer (*Melolontha*) flogen auf, konnten sich aber nicht zurechtfinden, sondern flogen bald abwärts und fielen zu Boden oder aufwärts, schraubenförmig, genau wie die geblendeten Fliegen, aber ziemlich langsam. Schliesslich kamen sie zurück, stiessen aber an Mauern an und fielen bald zu Boden. Ein geblendeter Maikäfer kam an das Laub eines Baumes, stiess aber immer an und konnte sich nicht setzen. Bemerkenswert ist es, dass alle diese Insekten im normalen Zustande niemals dem freien Himmel zufliegen, sondern mehr an geschützten Orten oder an Gegenständen sich aufhalten, wo sie ihrer Nahrung

und dem Brutgeschäft nachgehen und auch nicht so leicht die Beute insektenfressender Vögel werden können.

Es ist indes eine merkwürdige Thatsache, dass nach den von Graber und Plateau angestellten Versuchen geblendete oder blinde Tiere gegen Unterschiede in der Helligkeit empfindlich sind. Ersterer fand, dass geblendete Schaben (*Phyllodromia germanica*) auf Helligkeits- und sogar auf Farbendifferenzen reagieren. Und Plateau (1888) stellte fest, dass blinde Myriopoden *(Blaniulus guttulatus)* Licht und Dunkelheit unterscheiden und letztere bevorzugen. Da vermutlich die Körperhaut gegen Lichtunterschiede empfänglich ist, nennt Graber die Wirkung der Lichtstrahlen auf diese Tiere photodermatische oder photosomatische. Nach seiner Ansicht ist dieser Einfluss auf eine direkte Erregung der feinen Hautnervenendigungen zurückzuzuführen. Vielleicht gehören diese Erscheinungen in das spätere Kapitel, worin die fast allgemeine Neigung der Tiere und Pflanzen, sich dem Lichte zuzuwenden, behandelt werden wird (Heliotropismus). Auch die auf der vorigen Seite mitgeteilte, bisher noch nicht erklärte Erscheinung, dass geblendete Insekten sich senkrecht in die Luft erheben, also sich dem hellen Himmelsraum zuwenden, ist gewiss teilweise gleichfalls in dasselbe Kapitel zu verweisen.

Es ist jedoch dabei zu bemerken, dass die von Forel zu seinen Versuchen benutzten Insekten (ausser *Melolontha*) auch Stirnaugen besitzen, auf welche von dem Experimentator keine Rücksicht genommen zu sein scheint. Forel's Versuche gleichen nun sehr den von Schönfeld und Réaumur angestellten und auf S. 172 dieses Buches mitgeteilten, aus welchen hervorgeht, dass mit Stirnaugen versehene Insekten nach alleiniger Blendung ihrer Fazettenaugen einem Lichtpunkte oder schnurstracks dem Himmel zufliegen. Wenn den Forel'schen Insekten die Stirnaugen nicht bedeckt waren, so fällt das Resultat mit den auf S. 172 mitgeteilten Resultaten jener älteren Forscher zusammen. Nur für *Melolontha*, die nach Forel's ausdrücklicher Angabe in einigen Fällen nach Blendung der Augen emporflog, gilt dies nicht, da ihr Stirnaugen fehlen; aber sie flog in langsamen Spiralen aufwärts, bewegte sich zuweilen auch unregelmässig und kam mehr oder weniger auf den alten Punkt zurück, wodurch sich dieses Versuchstier von *Calliphora, Lucilia, Bombus* und *Plusia* (siehe oben) unterschied.

Plateau hat bei seinen Versuchen die Ansicht gewonnen, dass die Insekten die Formen von Gegenständen nicht oder nur schlecht unterschieden. Dagegen findet Dahl, dass Insekten recht wohl imstande sind, Formen zu unterscheiden. So z. B. kann die Biene ihren Feind, die Spinne, erkennen, wie eine Beobachtung lehrte. „Spinne und Biene fürchteten dabei (wenn ich sie mit dem Finger zusammenschob) mehr einander als den Finger, der sie fortschob und der sie doch mit Leichtigkeit hätte zerdrücken können. Von dem Sehen einer Bewegung kann hier nicht die Rede sein, da die Spinne

nur langsam, wie zur Abwehr, das Vorderbein hob und der fortschiebende Finger ja ebenfalls in Bewegung war. Bei dem wohl ausgebildeten Geruchssinn der Bienen musste ich zunächst natürlich annehmen, die Biene erkenne ihren Feind vielleicht mit Hülfe dieses Sinnes. Ich zerdrückte deshalb eine Spinne und beschmierte mit dem Blute eine Papierkugel. Ich fand, dass die Biene vor der Papierkugel nicht die geringste Furcht zeigte; sie stieg sogar unbesorgt über dieselbe hinweg, wenn ich sie dazu trieb. Man könnte nun noch daran denken, dass vielleicht die Farbe der Spinne die Biene veranlasst habe, sie zu meiden. Allein die Farbe von *Attus arcuatus* ist eine sehr indifferente."

Aus Lubbock's Untersuchungen heben wir noch folgendes hervor. Er gewöhnte Wespen daran, nach einem Tröpfchen Honig auf einem Papier zu kommen. Nachdem die Insekten die Sache genügend kennen gelernt hatten, gab er dem Papier eine andere Gestalt und änderte nebenbei auch seine Farbe, und er glaubte die Gewissheit zu haben, dass die Tiere die Veränderung bemerkten. (Die Sinne und das geistige Leben der Tiere. 1889. S. 179.)

Das Sehen vermittelst der Stirnaugen (ocelli frontales).

Es sind bereits in dem über die Stirnaugen handelnden Abschnitte auf S. 170—175 Beispiele angeführt worden, aus denen mit Sicherheit hervorgeht, dass die Stirnaugen den Insekten dazu dienen, beim Hinausfliegen in den hellen Luftraum oder nach einem Lichtpunkte die Helligkeit oder das Licht zu erkennen. Auf die S. 172 mitgeteilten Versuche Schönfeld's und Réaumur's wird ganz besonders hinzuweisen sein, da die Bedeutung der Stirnaugen hierdurch verständlicher wird. Ebenso ist auf Forel's Versuche (S. 476) zu verweisen.

Neuerdings (1888) ist von Plateau die Ansicht veröffentlicht worden, dass die Stirnaugen für Gesichtswahrnehmungen ganz bedeutungslos und für rudimentäre Organe zu halten seien. Das geht aus unseren Darlegungen nicht hervor. Zum Unterscheiden von Formen dienen indes die Stirnaugen wahrscheinlich in keinem Falle, schon deswegen nicht, weil sie hoch oben auf dem Kopfe in der Stirn- oder Scheitelgegend sitzen, also wenig Gelegenheit haben, Gegenstände zu sehen, wohl aber das Licht des Himmelsraumes zu erspähen. Allein zu diesem Zwecke sind sie auch verhältnismässig gross und hochgewölbt, so dass der Helligkeitsgrad völlig erkannt werden kann.

Das Vermögen der Insekten, Farben zu unterscheiden.

Es ist wahrscheinlich, dass diejenigen Insekten, welche mit verschiedenfarbigen Dingen in Berührung kommen, auch eine gewisse Vorstellung von verschiedenen Farben haben. Ob es in solchen Fällen sich um das Vermögen handelt, Farben zu unterscheiden, oder ob es nur der helle oder dunkle, der lebhafte oder matte Ton der zahlreichen Farbenabstufungen ist, welcher in dem Insekt die Vorstellung von der Verschiedenartigkeit in der Färbung erweckt, das lässt sich nicht entscheiden.

Hermann Müller hat bei seinen Untersuchungen über die Befruchtung der Blumen durch Insekten die feste Ansicht gewonnen, dass die Farbe der Blumen ein Lockmittel für die blumenbefruchtenden Insekten bilden; er gelangte sogar zu dem Schlusse, dass die mannigfaltige Farbenpracht der Blumen eine Folge der Naturauslese durch die Insekten sei. Daraus geht hervor, dass die blumenbefruchtenden Insekten farbenprächtige Blumen von minder schön gefärbten unterscheiden können und dass sie der schöneren Farbe den Vorzug geben.

Spezielle Versuche in diesem Sinne lassen sich daher am sichersten bei blumenbefruchtenden Insekten anstellen.

Lubbock entdeckte das Vermögen der Bienen, Farben zu unterscheiden, indem er jene daran gewöhnte, Honig auf Papier von bestimmter Farbe zu suchen. Er setzte eine Biene zu etwas Honig auf einen Glasstreifen auf grünem Papier, und nachdem sie zwölf Wege zum Korbe und zurück gemacht, legte er rotes Papier hin, wo das grüne gewesen war, und legte einen anderen Honigtropfen auf ein grünes Papier in einer Entfernung von etwa einem Fuss. Die Biene kehrte aber zu dem Honig auf dem grünen Papier zurück. Er brachte dann vorsichtig das grüne Papier mit der darauf sitzenden Biene an die frühere Stelle zurück. Als die Biene weggegangen war, ersetzte er das grüne Papier durch ein gelbes und legte das grüne wieder einen Fuss davon ab. Nach den üblichen Intervallen kehrte sie zum grünen zurück. Er wiederholte dasselbe Verfahren, aber mit orange Papier an der Stelle des grünen. Sie kehrte wieder zum grünen zurück. Er machte nun dasselbe mit dem weissen, sie kehrte wieder zum grünen zurück. Dann prüfte er sie mit blau; sie kam wieder zum grünen. Er kehrte dann die Lage des blauen und grünen Papiers um, aber immer kam sie zum grünen. Dieser Versuch wurde mit anderen Bienen und mit demselben Erfolge wiederholt, obwohl es dem Beobachter schien, dass sie in manchen Fällen nicht so deutlich unterschieden zwischen grün und blau, als zwischen grün und anderen Farben. In anderen Fällen schienen sie ebenso fest an irgend einer anderen Farbe zu hängen, an die sie gewöhnt worden waren.

Wenn grünes Papier durch blaues ersetzt war und auch gelbes, weisses und rotes dazu gelegt war, so flog die an grünes Papier gewöhnte Biene auf das blaue Papier.

Es kann demnach als erwiesen gelten, dass die Honigbiene (*Apis mellifica*) Farben unterscheiden kann. Lubbock schliesst ferner aus seinen Beobachtungen, dass die Bienen eine Farbe der anderen vorziehen, und dass Blau ihre Lieblingsfarbe ist (Ameisen, Bienen und Wespen. S. 256—263).

W. Gross beobachtete, dass Stubenfliegen sich stets auf dem blaugrünen Farbenringe an der Decke seines Zimmers aufhielten, und dass diese Farbe anscheinend einen solchen Reiz auf sie ausübte, dass sie die Bahn dieses Ringes fortwährend durchliefen, ein lebendes Perpetuum mobile in derselben Kreisbahn. Wurde der Farbenring mit weissem Papier bedeckt, so mieden die Fliegen den Ort, kehrten aber zurück, sobald der Papierbogen wieder entfernt war.

Nach Graber's Untersuchungen über den Helligkeits- und Farbensinn der Tiere ist die Fähigkeit, Helligkeitsgrade und Farben zu unterscheiden, ausserordentlich verbreitet. Nur bei einigen Tieren war die Wirkung keine entschiedene. Die Farben werden um so besser unterschieden, je weiter dieselben im Spektrum voneinander abstehen. Es sind zwei Kategorien von Tieren zu unterscheiden, solche, welche lichtliebend und blauliebend, und solche, welche lichtscheu und dabei rotliebend sind. Graber vermutet, dass dieses eigentümliche Zusammentreffen mit dem Aufenthaltsorte in Beziehung stehe. Auf manche Arten üben auch die ultravioletten, uns unsichtbaren Strahlen einen sympathischen oder antipathischen Einfluss aus. Vergl. ferner Forel.

Litteratur über den Farbensinn der Insekten.

Lubbock, J., Ameisen, Bienen und Wespen. Deutsche Ausgabe. 1883. 10. Kapitel: Der Farbensinn der Bienen. S. 246—263.

—, —, Die Sinne und das geistige Leben der Tiere. Deutsche Ausgabe. 1889. 9. Kapitel: Die Bienen und die Farben. S. 196—204.

Forel, A., Les Fourmis perçoivent-elles l'ultra-violet avec leurs yeux ou avec leur peau? (Arch. Scienc. Physiqu. Nat. Genève, 1886. 3. Sér. T. 16. S. 346—350.)

—, —, La vision de l'ultra-violet par les fourmis. (Revue Sc. Paris. 1886. T. 38. S. 660—661.)

Graber, V., Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere. Prag u. Leipzig, 1884. 322 S.

Gross, Wilh., Ueber den Farbensinn der Tiere, insbesondere der Insekten. (Isis v. Russ. 5. Jahrg. 1880. S. 292—294, 300—302, 308—309.)

Nüssli, J., Ueber den Farbensinn der Bienen. (Schweiz. Bienenzeitung. N. F. 2. Jahrg. 1879. S. 238—240.)

Kramer, Der Farbensinn der Bienen. (Ebenda. N. F. 3. Jahrg. 1880. S. 194—198, 179—183.)

Litteratur über die Anatomie der Augen und das Sehvermögen.

Serres, Marcel de, Mémoires sur les yeux composés et les yeux lisses des insectes. Montpellier, 1813.

—, —, Ueber die Augen der Insekten. Aus dem Französischen von Dr. J. F. Dieffenbach. Berlin, 1826. 94 S., 3 Taf.

Müller, Joh., Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes der Menschen und der Tiere. Mit 8 Taf. Leipzig, 1826. 8⁰.

—, —, Ueber die Augen des Maikäfers. Mit Fig. (Meckel's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1829. S. 177—181.)

—, —, Sur la structure des yeux du Hanneton. (Annal. d. scienc. natur. 1829. sér. 1. t. 18. S. 108—112.)

Wagner, R., Einige Bemerkungen über den Bau der zusammengesetzten Augen. Mit Fig. (Archiv f. Naturgeschichte. 1835. 1. Jahrgang. S. 372—373.)

Cuvier, G., Anatomie comparée. Bruxelles, 1836. T. I.

Will, F., Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzten Augen mit fazettierter Hornhaut. Leipzig, Voss. 1840. 32 S., 1 Taf.

Brants, A., Beitrag zur Kenntnis der einfachen Augen der gegliederten Tiere. (Isis. 1840. S. 379—381.)

—, —, Over het gezigtswerktuig der gelede dieren. (Tijdschr. v. natuurl. Geschied. en Physiol. 1843. X. S. 12—56. Mit 1 Taf.)

—, —, Over de luchtuizen in het zamengestelde oog der gelede dieren. Mit 1 Taf. (Ebenda. 1845. XII. S. 233—250.)

—, —, Over het beeld dat zich in het zamengestelde oog der gelede dieren vormt. (Versl. en Meded. K. Akad. Amsterdam. D. 3. 1855. S. 1—37.)

Gruel, Mikroskopische Beobachtung. (Poggendorffs Annalen. 61. Bd. 1844. S. 220.)

Dujardin, F., Sur les yeux simples ou stemmates des animaux articulés. (Compt. Rend. Acad. Scienc. Paris. 1847. Bd. 25. Nr. 20, S. 711—714.)

Gottsche, C. M., Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Auges der Krebse und Fliegen. (Müller's Archiv. f. Anat. u. Physiol. 1852. S. 483—492. Mit Fig.)

Murray, A., On Insect-vision and blind Insects. (Edinbourgh New Philosoph. Journal, New Ser. VI. 1857. S. 120—138.)

Claparède, E., Zur Morphologie der zusammengesetzten Augen bei den Arthropoden. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1859. X. S. 191—214. Mit 3 Taf.)

Leydig, F., Zum feineren Bau der Arthropoden. (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1855. S. 376—480. Mit 4 Taf.)

—, —, Das Auge der Gliedertiere. Neue Untersuchungen zur Kenntnis dieses Organs. Tübingen, 1864. 50 S. 4⁰.

Dor, H., De la vision chez les Arthropodes. Mit 1 Taf. (Archiv. Scienc. Phys. et Natur. 1861. T. XII. 22 S.)

Ruete, Ueber die Einheit des Prinzips im Bau der Augen bei verschiedenen Tierklassen und besonders über das Sehen der Insekten mit polyedrischen Augen. Leipzig, 1861.

Landois, H., Die Raupenaugen (Ocelli compositi mihi). (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 16. Bd. 1866. S. 27—44. Mit 1 Taf.)

Landois, H., u. W. Thelen, Zur Entwicklungsgeschichte der fazettierten Augen von Tenebrio molitor L. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 17. Bd. 1867. S. 34—43. Mit 1 Taf.)

Schultze, Max, Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insekten. Bonn, 1868. VIII u. 32 S., 12 Taf.

Bert, P., Sur la question de savoir si tous les animaux voient les mêmes rayons luminaux que nous. (Archives de Physiologie. Vol. II. 1869.)

Hartung, Gezigtszintuigen der gelede dieren. (Ausschnitt aus dem „Leerboek van de Grondbeginselen der Dierkunde". 1868—72.)

Bolt, Beiträge zur physiologischen Optik. (Archiv f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Medizin. 1871.)

Overzier, L., Das Auge, seine morphologische und physiologische Bedeutung in den einzelnen Tierklassen. Mit Fig. (Gaea. 10. Bd. 1874. S. 81—94, 198—207, 341—348, 534—540, 681—688.)

Kühne, W., Eine Beobachtung über das Leuchten der Insektenaugen. (Untersuch. aus d. physiolog. Instit. d. Univ. Heidelberg. Bd. I. 1877. S. 242—247.)

Berger, Emil, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Mit 5 Taf. (Arbeit. zool. Instit. Wien und Triest. T. 1. 1878. S. 173—220; — Nachtrag ebenda S. 437—441.)

Schmidt, Oskar, Die Form der Krystallkegel im Arthropodenauge. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 30. Bd. Suppl. 1878. S. 1—12. Mit 1 Taf.)

Anonym. Die Rückbildung der Sehorgane bei im Finstern lebenden Insekten, Spinnen und Krebsen. (Kosmos. 4. Bd. 1878—79. S. 148—153.)

Chatin, J., Recherches pour servir à l'histoire du bâtonnet optique chez les Crustacés et les Vers. (Annal. d. scienc. natur. 6. Sér. Zoologie. Vol. 5. Art. Nr. 9. 45 S. 1877. — Ebenda. 6. Sér. Vol. 7. 1878. Nr. 1. 36 S.)

—, —, Les organes des sens dans la série animale. Paris, 1880. VIII u. 726 S. Mit 136 Fig.

Grenacher, H., Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, insbesondere der Spinnen, Insekten und Crustaceen. Mit 11 Taf. Göttingen, 1879. 4°.

Reichenbach, H., Wie die Insekten sehen. Mit Fig. (Daheim. 16. Jahrg. 1880. S. 284—286.)

Poletajew, N., Ueber die Ozellen und ihr Sehvermögen bei den Phryganiden. (Horae Soc. Ent. Ross. 1884. T. 18. 23 S. u. 1 Taf. — Russ.)

Hickson, S. J., The Eye and Optic Tract of Insects. (Quart. Journ. Microscop. Scienc. 2. Ser. Vol. 25. 1885. S. 215—221. Mit 3 Taf.)

Notthaft, Jul., Ueber die Gesichtswahrnehmungen vermittelst des Fazettenauges. Mit 5 Taf. (Abhandl. Senckenberg. naturf. Ges. 12 Bd. 1880. S. 35—124.)

—, —, Die physiologische Bedeutung des fazettierten Insektenauges. (Kosmos. 1886. 18. Bd. S. 442—450. Mit Fig.)

Mark, E. L., Simple Eyes in Arthropods. (Bull. Museum of the Harward Coll. 1887. Vol. 13. S. 49—105. Mit 5 Taf.)

Girschner, E., Einiges über die Färbung der Dipterenaugen. (Berlin. Entom. Zeitschr. 1888. 31. Bd. S. 155—162. Mit 1 Taf.)

Graber, V., Das unicorneale Tracheatenauge. (Archiv f. mikroskop. Anat. 17. Bd. 1879. S. 58—93. Mit 3 Taf. — Nachtrag S. 94.

—, —, Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Tiere. (Sitzgs.-Ber. Akad Wissensch. Wien. 1883. 87. Bd. S. 201—236.)

—, —, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere. Prag u. Leipzig, 1884. 322 S.

Tiebe, Plateau's Versuche über die Fähigkeit der Insekten, Bewegungen wahrzunehmen. (Biolog. Centralbl. IX. Bd. 1889. S. 309—312.)

Dahl, Fr., Die Insekten können Formen unterscheiden. (Zool. Anz. XII. 1889. S. 243—247.)

Ciaccio, G. V., Figure dichiarative della minuta fabbrica degli occhi de' Ditteri disposte ed ordinate in 12 tavole. Bologna, 1884. 12 Taf. mit 30 S. Erklärung.

—, —, Della minuta fabbrica degli occhi de' Ditteri libri tre. (Mem. Accad. Bologna. 1886. 4. Ser. T. 6. S. 605—660.)

—, —, Sur la forme e la structure des facettes de la cornée et sur les milieux refringents des yeux composés des Muscidés. (Journ. Microscop. Paris, 1889. 13. Année. S. 80—84.)

Carrière, J., On the Eyes of some Invertebrata. (Quart. Journ. Microscop. Sc. 1884. 2. Ser. Vol. 24. S. 673—681. Mit 1 Taf.)

—, —, Ueber die Arbeiten von Viallanes, Ciaccio und Hickson. (Biolog. Centralblatt. 5. Bd. 1885. S. 589—597.)

—, —, Die Sehorgane der Tiere vergleichend anatomisch dargestellt. München u. Leipzig, 1885. 205 S., 147 Fig., 1 Taf.

—, —, Kurze Mitteilungen aus fortgesetzten Untersuchungen über die Sehorgane. (Zool. Anz. 9. Jahrg. 1886. S. 141—147, 479—481. 496—500.)

Forel, A., Les fourmis de la Suisse. (Neue Denkschriften der schweiz. naturforsch. Gesellsch. Bd. 26. 1874. 480 S. Mit 2 Taf.) Sep. IV u. 457 S. 2. Taf.

Forel, A., Beitrag zur Kenntnis der Sinnesempfindungen der Insekten. (Mitteil. d. Münchener Entom. Vereins. 2. Jahrg. 1878. S. 1—21.)

—, —, Sensations des Insectes. (Recueil Zoolog. Suisse. Bd. IV. 1886 u. 1887.)

Plateau, F., L'instinct chez les insectes mis en défaut par les fleurs artificielles? (Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Clermont. Ferrand. 1876.)

—, —, Recherches expérimentales sur la vision chez les Insectes. Les Insectes distinguent-ils la forme des objets? (Bull. Acad. Belg. 3. Sér. T. 10. 1885. S. 231—250.)

—, —, Recherches expérimentales sur la vision ches les Insectes.

1. Part. a. Résumé des travaux effectués jusqu'en 1887 sur la structure et le fonctionnement des yeux simples. b. Vision chez les Myriapodes. (Ebenda. 3. Sér. T. 14. 1887. S. 407—448. Mit 1 Taf.)

2. Part. Vision chez les Arachnides. (Ebenda. 3. Sér. T. 14. 1887. S. 545—595. Mit 2 Taf.)

3. Part. a. Vision chez les chenilles. b. Rôle des ocelles frontaux chez les insectes parfaits. (Ebenda. 3. Sér. T. 15. 1888. S. 28—91.)

4. Part. Vision à l'aide des yeux composés. a. Résumé anatomo-physiologique. b. Expériences comparatives sur les insectes et sur les vertébrés. (Mém. cour. et autres Mém. Acad. Belg. 1888. T. 43. S. 1—91. Mit 2 Taf.)

5. Part. a. Perception des mouvements chez les Insectes. b. Addition aux recherches sur le vol des Insectes aveuglés. c. Résumé général. (Bull. Acad. Belg. 1888. 3. Sér. T. 16. S. 395—457. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches sur la perception de la lumière par les Myriapodes aveugles. (Journ. Anatom. Phys. Paris. 1886. 22. Année. S. 431—457. Mit Fig.)

—, —, Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes. Mit 2 Taf. (Mém. couronn. et autres Mém. publ. p. l'Acad. Roy. d. Scienc. etc. de Belgique. 8°. Tome 43. Bruxelles, 1889.)

Focke, W., und E. Lemmermann, Ueber das Sehvermögen der Insekten. (Abhandl. d. Naturwiss. Ver. zu Bremen. Bd. XI.; — Naturwiss. Wochenschrift. Red. Dr. H. Potonié. V. Bd. 1890. S. 356—357.)

Watase, S., On the morphology of the compound eyes in the Arthropoda. (Studies from the biolog. laborat. of the Johns Hopkins University. 1890. S. 287—334. Mit 4 Taf.; — Insect Life. II. S. 293; — Ann. a. Mag. Nat. Hist. 6. Ser. Vol. VI. S. 123.)

Stefanowska, M., La disposition histologique du pigment dans les yeux des Arthropodes. (Recueil Zool. Suisse. 1890. S. 151—200. Mit 2 Taf. — Bericht v. Bertkau f. 1890. S. 7.)

Pankrath, O., Das Auge der Raupen und Phryganidenlarven. Mit 2 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1890. Bd. 49. S. 690—708.)

Lowne, B. Th., On the modifications of the simple and compound eyes of Insects. Mit 3 Taf. (Philos. Trans. Roy. Soc. London. Vol. 169. 1878. S. 577—602.) Separat: London, 1879, bei Trübner.

—, —, On the Structure and Functions of the Eyes of Arthropoda. (Proceed. Roy. Soc. London. 1883. Vol. 35. S. 140—145.)

—, —, On the compound vision and the morphology of the eye in Insects. (Transact. Linn. Soc. London. 1884. Vol. 2. S. 389—420. Mit 4 Taf.)

—, —, On the Structure of the Retina of the Blowfly (Calliphora erythrocephala). (Journ. Linn. Soc. London. 1889. Vol. 20. S. 406—417. Mit 1 Taf.)

—, —, On the Structure of the retina of the blowfly, Calliphora erythrocephala. (Journ. Linn. Soc. London. Zool. 1890. XX. S. 406—417. Mit 1 Taf.)

Patten, W., Eyes of Moluscs and Arthropods. (Journal of Morphol. Boston. 1887. Vol. 1. S. 67—92. Mit 1 Taf. — Mitteil. Zool. Stat. Neapel. 6. Bd. 1886. S. 542—756. Mit 5 Taf.)

—, —, Studies on the Eyes of Arthropods. 1. Development of the Eyes of *Vespa*, with Observations on the Ocelli of some Insects. (Ebenda. S. 193—226. Mit 1 Taf.) — 2. Eyes of *Acilius*. (Ebenda. 1888. Vol. 2. S. 190—97. Mit 7 Taf.)

—, —, On the Eyes of Moluscs and Arthropods. (Zool. Anzeiger. 1887. 10. Jahrg. S. 256—261.)

—, —, Is the ommatidium a hair-bearing sense-bud? (Anatom. Anzeiger. 1890. V. S. 353—359. Mit 4 Holzschn. — Bericht v. Bertkau f. 1890. S. 8—10.)

Exner, S., Ueber das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Mit 1 Taf. (Sitzgsber. d. math.-naturwiss. Cl. kais. Akad. d. Wiss. Wien. 72. Bd. Jahrg. 1875. 3. Abt. Physiologie. S. 156—190.)

—, —, Die Frage von der Funktionsweise des Fazettenauges. (Biolog. Centralblatt. I. 1881. S. 272—281.)

—, —, Das Netzhautbild des Insektenauges. (Sitzgsber. K. Akad. d. Wissensch. Wien. 1889. 98. Bd. 3. Abt. S. 13—65. Mit 2 Taf. u. 7 Holzschn. — Bericht v. Bertkau, 1889. S. 14—15.)

—, —, Durch Licht bedingte Verschiebungen des Pigmentes im Insektenauge und deren physiologische Bedeutung. (Ebenda. S. 143 bis 151. Mit 1 Taf.)

—, —, Die Physiologie der fazettierten Augen von Krebsen und Insekten. Mit 7 Taf., 1 Lichtdruck u. 23 Holzschn. (206 S.) Wien, F. Deuticke, 1891.

Das Leuchten vieler Schmetterlingsaugen.

Eine seit langer Zeit bekannte Erscheinung ist das Augenleuchten vieler Abend- und Nachtschmetterlinge, z. B. der Sphingiden. Die Augen eines Totenkopfschwärmers, *Acherontia atropos*, oder eines Windenschwärmers, *Sphinx convolvuli*, leuchten wie zwei rotglühende Kohlen, die Augen anderer Gattungen, z. B. *Notodonta*, weissgelb. Das Leuchten ist abends beim Lampenlicht leicht zu beobachten; und es kostet Mühe, sich zu vergegenwärtigen, dass dieses Leuchten nur in einem Lichtreflex begründet ist; denn es genügt, in dem dunklen Raume das Lampenlicht auszulöschen, um die Erscheinung sofort aufzuheben. Kühne und Exner haben eingehendere Beobachtungen über diese Verhältnisse angestellt. Werden die Augen des Insekts eine Zeitlang dem Licht ausgesetzt, so verschwindet auffallenderweise bald jede Spur von dem Leuchten; die Augen erscheinen wieder matt und dunkel. Nach einer längere Zeit andauernden sehr intensiven Belichtung verlieren die Augen für mehrere Stunden die Fähigkeit, zu leuchten, um aber demnächst, nach voraufgegangenem Verweilen in der Dunkelheit, wieder in dem alten Feuerglanze zu erscheinen. Die Dauer des Augenleuchtens bei mässiger Belichtung ist verschieden und hängt vor allem von dem Grade der einwirkenden Helligkeit ab; ein Eulenschmetterling, der des Abends in ein erleuchtetes Zimmer geflogen war, zeigte nach 25 Minuten, wie Exner mitteilt, kein Augenleuchten mehr. Langsamer ist die Umwandlung in entgegengesetzter Richtung; es dauert immer mehr als eine Stunde, bis das nichtleuchtende Auge wieder leuchtend geworden ist.

Das Aufhören des Leuchtens bekundet sich dadurch, dass die lichte Kreisfläche jedes Auges sich unregelmässig einengt.

Das Erlöschen des leuchtenden Scheines könnte vermutlich in der Blendung seine Ursache haben. Wird das eine Auge mit der Flamme eines abbrennenden Magnesiumbandes beleuchtet, während das andere mit einem dunklen Stoffe verhüllt wird, so ist in dem beleuchteten Auge bald jede Spur des Leuchtens erloschen, während das geschützte leuchtet wie zuvor. Selbst nach mehreren Stunden ist die Leuchtkraft des ersteren Auges noch nicht wieder zurückgekehrt; das andere Auge zeigt aber ungeschwächt sein leuchtendes Feld. Erst nach 24 Stunden leuchten beide Augen wieder in normalem Glanze. Die Fähigkeit des Leuchtens ist also an einen gewissen Zustand im Auge gebunden. (Leydig, Kühne.)

Ermattet das Insekt, so hört auch das intensive Leuchten bei der Belichtung auf, um mit dem Tode allmählich ganz zu verschwinden. Jedoch hält bei einem ermatteten oder eben gestorbenen Tiere das Leuchten der Augen einer Magnesiumbelichtung länger Stand, als bei einem lebenskräftigen Tiere. Beim Erlöschen des Augenleuchtens geht die glührote Farbe allmählich in ein mattes Orange, dann in einem weisslichen Ton über, bei gewissen Spezies in Grünweiss.

Das geschilderte Augenleuchten, d. i. also die Fähigkeit der Fazettenaugen, eingedrungenes Licht nach bestimmten Gesetzen zurückzuwerfen und aus den Augen wieder austreten zu lassen, ist ganz analog dem gleichfalls sogenannten Augenleuchten der Wirbeltiere. Ein Unterschied besteht nur darin, dass im Insektenauge das Leuchten sich nach der Stellung des Beobachters richtet. Die leuchtende Kreisfläche, welche ja nur einen Teil des Auges einnimmt, bewegt sich von der Stelle und nach der Seite hin, wohin sich der Beobachter wendet. „Es behält nämlich dann auch die leuchtende Stelle des Auges dem Beobachter gegenüber immer dieselbe Lage, d. h. während der Drehung des zusammengesetzten Auges wechselt die leuchtend erscheinende Gruppe von Fazetten. Ist die Beleuchtung des Auges eine möglichst vollkommene, so erscheint dem Beobachter diejenige Fazette leuchtend, deren optische Axe in der Richtung seiner eigenen Augenaxe liegt, und deren kreisförmig begrenzte Umgebung." (Exner.)

Die Ursache des Augenleuchtens wird in Exner's neuestem Werke (1891) ausführlich besprochen. Zunächst ist zu bemerken, dass das Leuchten eine rein dioptrische Erscheinung ist, wie bei den Wirbeltieren, und dass im Auge weder eine Lichtproduktion (wie im Leuchtorgan von *Lampyris*), noch ein Nachleuchten infolge der Belichtung stattfindet. Der physiologische Vorgang des Leuchtens liegt vielmehr, wie schon erwähnt, in der Reflexion des eingefallenen Lichts. Dieses wird durch das hinter und zwischen den Sehstäben liegende Tapetum zurückgeworfen. Es durchdringt auf diesem Rückwege hauptsächlich die schon einmal durchlaufenen Sehstäbe zum zweiten Male, wodurch eben die Sehfähigkeit des Auges bei geringer Helligkeit erhöht wird. Gemäss der Beschaffenheit des Tapetums wird aber ein Teil des Lichtes auch diffus zerstreut, was nicht bei geringer, wohl aber grosser Helligkeit, namentlich bei einer Lichtflamme bemerkbar wird. Die von der beleuchteten Netzhaut ausgehenden Strahlen schlagen aber wieder den Weg durch den dioptrischen Apparat ein, um wieder nach aussen zu gelangen und damit in uns die Vorstellung des Augenleuchtens hervorzurufen.

Der physiologische Vorgang, der dem Erlöschen des Augenleuchtens zugrunde liegt, besteht in den oben besprochenen Pigmentverschiebungen infolge der Lichteinwirkung. Beim Augenleuchten kommt indes nur die photomechanische Wirkung des Irispigments in Betracht. Wenn nämlich dieses in die Lichtstellung übergetreten, nämlich etwas nach innen gerückt ist, so ist nicht nur das Netzhautbild um vieles weniger hell und infolgedessen auch das aus dem Auge rückgestrahlte Licht entsprechend vermindert, weil es mehr und mehr von dem nach innen gerückten Pigment absorbiert wird, sondern auch die leuchtende Kreisscheibe muss mit zunehmender Belichtung an Grösse bis zum Verschwinden abnehmen. Und damit erlischt das Augenleuchten. (Exner.)

Das Leuchten der Augen (oder vielmehr der Pseudopupille — Exner) findet sich bei Insekten mehrerer Ordnungen, ist aber oft nur mit dem Augenspiegel und bei direktem Sonnenlicht gut zu sehen. So finden wir es als ziemlich grossen, rot glänzenden, in der Mitte helleren Fleck bei der Stubenfliege *(Musca domestica)* und ähnlich bei anderen Dipteren, namentlich sehr schön bei *Eristalis*. Ferner tritt das Augenleuchten in der unteren Hälfte der Libellenaugen auf. Bei der grossen grünen Heuschrecke (*Locusta viridissima*), die eine sehr kleine dunkle Pseudopupille hat, kann unter gewissen Umständen im Innern das hellglänzende Pünktchen erkannt werden.

Bei Käfern (z. B. *Hydrophilus piceus)* wird ein Augenleuchten niemals wahrgenommen. Mutmasslich ist die Ursache davon das massige und dichte Retinapigment.

Litteratur.

Leydig, F., Das Auge der Gliedertiere. Tübingen, 1864. S. 255.

Kühne, W., Eine Beobachtung über das Leuchten der Insektenaugen. (Untersuch. a. d. physiol. Instit. d. Univers. Heidelberg. 1877. 1. Bd. S. 242—247.)

Exner, S., Die Physiologie der fazettierten Augen von Krebsen und Insekten. Wien, 1891. S. 141—162.

Die Pseudopupille der Insektenaugen.

Ein merkwürdiges Phänomen, welches wir an den Augen der meisten Gliederfüsser beobachten können, ist die Erscheinung eines pupillenartigen Fleckes im Auge derselben. Dieser unterscheidet sich dadurch von einer wirklichen Pupille im Auge der Wirbeltiere, dass sie mit der Stellung des Beschauers die Lage im Auge ändert. Deswegen wird der pupillenartige Fleck der Arthropoden als „Pseudopupille“ (falsche Pupille) bezeichnet.

Die Pseudopupille ist gewöhnlich kreisrund oder oval, zuweilen unregelmässig sechseckig. Bei manchen Insekten, z. B. Tagschmetterlingen, finden sich im Auge ausser der Pseudopupille noch andere schwarze Flecke, welche weniger dunkel und weniger scharf begrenzt sind, als jene. Auch diese Flecke verschieben sich, wenn sich die Stellung des Beobachters zu demselben ändert; sie sind folgendermassen angeordnet. Um die Pseudopupille liegt ein Kranz von sechs schwarzen Flecken, auf diesen folgt nach aussen ein Kranz von zwölf schwächeren Flecken. Zuweilen (bei Libellenlarven) kommt noch ein dritter Fleckenkranz vor. Das Ganze bildet ein System der Pseudopupillen. Das System dieser Flecken verändert jedoch bei jeder Bewegung des Auges als Ganzes seine Lage. Das ganze Bild ist dann in einem Fliessen begriffen und verleiht dem Auge einen wundervollen Schimmer. Am vollkommensten sah Exner diese Erscheinung bei reifen Larven von *Agrion*, einer Gattung kleinerer Wasserjungfern.

Die Pseudopupille ist gewöhnlich von einem hellen Hof umgeben, der aussen von dem ersten Fleckenkranze begrenzt wird.

Eine komplizierte, hier nicht wiederzugebende Erklärung des Phänomens der Pseudopupillen giebt Exner in seinem Buche „Die Physiologie der fazettierten Augen von Krebsen und Insekten“ (1891) S. 166—178. Dieser Naturforscher hat zuerst ausführlich über diese Erscheinung geschrieben, aber schon vor ihm hat Prof. Leydig (in Müller's Archiv f. Physiol. 1855. S. 431) gute Beobachtungen darüber mitgeteilt. — Ueber das Leuchten der Pseudopupille s. S. 488.

8. Die Atmungsorgane.

Wie notwendig das Atmen allen lebenden Wesen ist, nicht nur den Tieren, sondern auch den Pflanzen, das erkennen wir am besten an dem unwiderstehlichen Bedürfnis derselben nach atembarer Luft. Tiere und Pflanzen erkranken und sterben, wenn ihnen die Möglichkeit zu atmen genommen oder atembare Luft ihnen entzogen wird. Wir können freilich in Mulm lebende Insektenlarven in luftdicht verschliessbare Gläser, in denen sich feuchter Mulm oder feuchtes, morsches Holz befinden, einsperren und sie monatelang darin halten, ohne die Gläser zu öffnen; und die Larven sterben nicht, gedeihen vielmehr ganz gut. Wir müssen hierbei wohl bedenken, wie wenig Luft diese Tiere nötig haben, wie gering die täglich eingeatmete Luftmenge ist. Zudem gewinnt es auch den Anschein, als sei das Bedürfnis nach frischer Luft (Sauerstoff) bei den verschiedenen Tieren ein sehr ungleiches. Aristoteles und seit ihm namentlich die Naturforscher des Mittelalters glaubten, dass die Insekten überhaupt nicht atmeten.

Wie sind die Atmungsorgane der Insekten beschaffen und woran erkennen wir, dass das Insekt atmet?

Nehmen wir ein lebendes grösseres Insekt, am besten eine grosse Wasserjungfer oder Libelle in die Hand und betrachten die zwei kleinen Löcher vorn oberseits an der Mittelbrust und jederseits das einzelne Löchlein an den Seiten der Hinterbrust, so nehmen wir wahr, dass diese Löcher in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen sich öffnen und schliessen. Es sind kleine, in der Mittellinie des Loches sich treffende Klappen (Lippen), welche das Schliessen und Oeffnen bewirken, und zwar vermittelst eines Verschlussapparates. Dieser Vorgang ist nichts anderes als die Atmung. Die Löcher heissen deswegen Atemlöcher, Luftlöcher oder Stigmen (Stigmata, Spiracula). Jedes der in Mehrzahl vorhandenen Luftlöcher führt in ein langes, im Innern des Körpers sich an die Organe verzweigendes Rohr (Atemrohr oder Trachee). Soviel Luftlöcher am Körper eines Insekts sich finden, so viel seitliche Atemröhren sind also vorhanden. Diese seitlichen Atemröhren sind untereinander durch schräg

stehende oder längsgerichtete Verbindungsröhren miteinander verbunden, bei vielen Insekten in der Weise, dass dadurch jederseits ein Längsstamm gebildet ist, in den die seitlichen, von den Stigmen kommenden Tracheen einmünden. Dadurch ist ein System von Atemröhren (ein Tracheensystem) entstanden, welches den ganzen Körper durchsetzt. Wie wir samt den höheren Tieren nur ein einziges und nur in der Lunge verzweigtes Hauptatmungsrohr und dementsprechend nur eine, und zwar in den Mund führende Atmungsöffnung besitzen, so erfreuen sich die Insekten eines den ganzen Körper einnehmenden, demselben Zwecke dienenden Apparates und einer grösseren Zahl von Atmungsöffnungen, welche aber in absonderlicher Weise längs der Körperseiten, vom vorderen bis zum hinteren Ende des Körpers, angebracht sind. An einem Körperringe befindet sich stets nur ein Paar Stigmen (Fig. 280). Vergl. auch Fig. 282 st_1 bis st_{10}, S. 493.

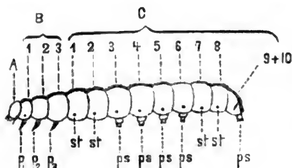


Fig. 280.
Raupe eines Schmetterlings (*Pieris*), von der Seite gesehen.
A, Kopf; B, 1. bis 3. Brustring; C, Hinterleib; 1—10, die Ringe desselben; st, Stigmen; p_1—p_3, die echten Beine des Brustabschnittes; ps, Bauchfüsse.

Statt der Stigmen haben viele im Wasser lebende Insektenlarven blatt- oder fadenförmige Anhänge, welche von Tracheen durchzogen sind, sogenannte Tracheenkiemen, worüber später die Rede sein wird. —

Die von den Stigmen ausgehenden reich verzweigten Luftröhren oder Tracheen umstricken, durchsetzen und belegen hundert- und tausendfältig die meisten Weichteile im Innern des Körpers, auch durchziehen sie alle Anhangsorgane, also die Fühler, Mundteile, Beine, Flügel, Legestachel, Schwanzfäden, Kiemen usw. In den besetzten Organen dringen sie in die Gewebe ein. Die wirr verästelten Tracheenzweige dienen jedoch gleichzeitig als Stütze der Weichteile, denen sie oft einen elastischen Halt gewähren.

Der Luftaustausch findet zwischen den Geweben an den Endverzweigungen der Tracheen statt; die Luft wird durch die bis zu den Stigmen immer stärker werdenden Tracheen hindurchgeleitet. Der Atmungsvorgang wird durch Zusammenziehung und Ausdehnung des Hinterleibes gefördert, indem durch die Zusammenziehung auch die Tracheen komprimiert und die unbrauchbare Luft hinausgetrieben, bei der Ausdehnung aber neue Luft in die erweiterten Tracheen eingelassen wird.

* * *

Die Tracheen sind röhrenförmig und von sehr verschiedener Stärke. Mit Luft gefüllt erscheinen sie wegen der vollkommenen Durchsichtigkeit ihrer Wandungen silberglänzend. An der Ursprungsstelle bei den Stigmen sind die Tracheen braun, rot oder blau. Ihrer Zusammensetzung nach bestehen sie aus einer äusseren Zellenschicht (Peritonealhaut) (Fig. 281 ep) und der Intima oder inneren Chitinhaut (ip). Die merkwürdigste Beschaffenheit der letzteren besteht darin, dass sie im Lichten spiralförmig vorspringende und fortlaufende Verdickungen besitzt (sp), derart, dass sich die Chitinhaut in Form eines Spiralfadens ausziehen lässt (sp_1). Der Spiralfaden ist an den Tracheen in der Form von Querstreifen zu erkennen. Die Tracheen sind elastisch; Druck und Biegung üben daher keinen nachteiligen Einfluss auf sie aus. Die Elastizität ist bedingt durch die spiralige Verdickung der Intima. Die letzten Ausläufer der Tracheenendzweige (Tracheenkapillaren genannt) haben keinen Spiralfaden, die Intima ist einfach. Die Tracheen sind im frischen Zustande mit Luft gefüllt, die letzten, des Spiralfadens ermangelnden Ausläufer aber, wie v. Wistinghausen mitteilt, mit einer Flüssigkeit.

Bei einigen Insekten erscheinen die Tracheen rot oder violett, näml. bei Heuschrecken, oder rötlich braun, nämlich bei den Larven von *Aeschna*. Dies rührt daher, dass die äussere Zellenschicht ein feinkörniges Pigment enthält, welches diese Farbe besitzt.

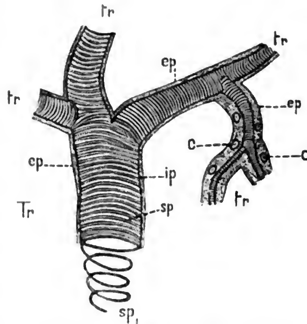


Fig. 281.
Verzweigtes Stück eines Tracheenstammes aus dem Kopfe eines Laufkäfers, *Carabus auronitens*. Original.
Tr, Stammstück; tr, tr, Verzweigungen desselben; ip, innere Chitinhaut mit den in Form von Querstreifen auftretenden Verdickungen (sp), welche sich als einfacher Spiralfaden ausziehen lassen (sp_1); ep, äussere Zellenschicht; c, Kerne derselben.

Die grösseren Tracheenstämme von *Lampyris* sind durch frei in das Lumen hineinragende Chitinborsten ausgezeichnet (Gerstaecker), und Leydig fand an deren Stelle b. *Procrustes* Chitinvorsprünge.

Bei manchen Insekten verbinden sich die beiderseitigen Aeste der Längsstämme netzförmig miteinander, Anastomosen bildend. Das ist z. B. in der Mittellinie des Kopfes von *Carabus*-Arten der Fall. Diese Anastomosen sind aber nicht zu verwechseln mit den letzten Ausläufern zweier Tracheenzweige, welche durch Anastomose das Tracheenkapillarendnetz bilden (S. 497); sie bedingen ohne Zweifel eine innigere Kommunikation der Luftwege.

Bei grossen Insekten sind die Haupttracheenstämme, aber auch die Stigmenäste mächtig entwickelt, weite, dickwandige Röhren bildend. Zwei mächtige Röhren finden wir auch bei vielen Dipterenlarven. Aeusserst fein sind die Tracheen natürlich bei den kleinsten, nur einen geringen Bruchteil eines Millimeters langen Insekten und bei den jüngsten Larven. Dies ist unter dem Mikroskop bei jungen Libellen-, Trichopteren-, Dipterenlarven usw. schon gut zu sehen. Bei den jüngsten Mückenlarven (*Corethra plumicornis*) hat Weismann die Dicke der Längsstämme zu 0,0017 mm angegeben.

Die Längsstämme und Hauptäste des Tracheensystems des entwickelten Insekts werden schon im Ei angelegt.

Bei Mückenlarven (*Corethra, Chironomus*) ist das Tracheensystem nur unvollkommen ausgebildet. Die spärlich vorhandenen Tracheen sind anfangs miteinander noch nicht verbunden. Bei den jüngsten Larven sind die wenigen Tracheen sogar noch nicht lufthaltig. (Weismann.)

* * *

Zwei Haupttracheenstämme, dessen Verzweigungen in alle Teile und Anhänge des Körpers dringen, durchziehen letzteren vom Kopf bis in den Endabschnitt des Hinterleibes (Fig. 282 Tr). Jederseits vom Darm, den Körperseiten nahe, liegt je einer dieser beiden Hauptstämme. Jeder derselben giebt in jedem Körperringe drei Aeste ab,

1. einen oberen (dorsalen), welcher die Muskeln des Rückenhalbringes versorgt (ist in der Figur fortgelassen);
2. einen mittleren (visceralen), dessen Verzweigungen an den Darm und hinten an die Zeugungsorgane herantreten (tri);
3. einen unteren (ventralen), der das Ganglion der Centralnervenkette umspinnt und die Muskeln des Bauchhalbringes versorgt (trv).

Bei den allermeisten Insekten sind die unteren Aeste (trl) in den aufeinander folgenden Körperringen seitlich miteinander verbunden, so dass ein zickzackförmig verlaufender (Tr_1), in höherer Ausbildung auch ein gerader Nebenstamm jederseits parallel zu dem Hauptstamm verläuft. Dieser Nebenstamm (Tr_1) ist gewöhnlich dünner als der Hauptstamm. In anderen Fällen sind beide Stämme gleichstark und verlaufen von Stigma zu Stigma bogenförmig (*Melolontha*). Am meisten ausgebildet sind die Aeste im Brustabschnitt, von dem aus bei gewissen Insekten (Odonata) ein drittes Paar von Längsstämmen bis an den Afterdarm tritt, welche eigentlich nur zwei viscerale Aeste des Hauptlängsstammes von sehr starker Ausbildung sind. Als zwei starke, einfache Röhren erscheinen die beiden Hauptstämme bei denjenigen im Wasser lebenden Insektenlarven, welche nur an der Hinterleibsspitze oder nur hier und am Vorderkörper je ein Stigmenpaar besitzen, in welches die beiden Röhren münden (Dipteren, Dytisciden).

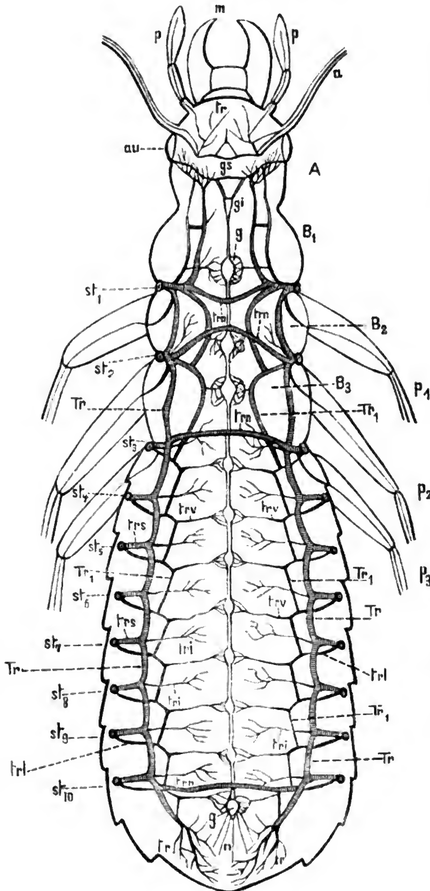


Fig. 282. Tracheen- oder Luftröhrensystem eines Insekts. Schematisch.

$st_1 - st_{10}$, die 10 Stigmenpaare; A, Kopf; B_1, Prothorax; B_2, Mesothorax; B_3, Metathorax; Tr, die beiden Hauptstämme des Tracheensystems; Tr_1, die durch Verbindung der Seitenäste (trl) entstandenen beiden Nebenstämme; trs, Stigmenäste, welche die Stigmen mit den Hauptstämmen verbinden; trn, Querstämme, welche die Längsstämme miteinander verbinden; tri, viscerale Tracheenäste; trv, ventrale Tracheenäste; tr, die feineren Verzweigungen der Tracheen; g — g, Hauptkette des Nervensystems, deren Ganglien von den visceralen Aesten des Tracheensystems umsponnen werden; gs, Gehirn; gi, Unterschlundganglion; au, Augen; a, Fühler; p, Taster; m, Oberkiefer; $p_1 - p_3$, die drei Beinpaare, verkürzt.

Die beiderseitigen Hauptlängsstämme werden durch quere Verbindungsäste (trn) miteinander verbunden, deren Zahl in den verschiedenen Gattungen und Familen verschieden ist. Ueberhaupt sind die Verschiedenheiten im Baue des Tracheensystems bei den Vertretern der zahlreichen Insektengruppen recht mannigfaltig, namentlich

inbetreff der Ausbildung der Längsstämme, ihrer beiderseitigen Verbindung. Ebenso ist die Verzweigung sehr mannigfaltig. Die kleineren Insekten haben weniger verzweigte Tracheen, als die grossen. Eine Uebersicht über die mannigfaltige Bildung des Tracheensystems in den verschiedenen Ordnungen der Insekten haben wir noch nicht.

Wenn die Hauptlängsstämme gut ausgebildet sind, so erscheint die von den Stigmen kommende und in den Längsstamm mündende Trachee als ein Ast des Längsstammes und wird Stigmenast (trs) genannt.

Die Stigmenäste waren, wie anzunehmen ist, ursprünglich isoliert, wie noch jetzt bei *Peripatus* und einigen Thysanuren, später verbanden sie sich in einiger Entfernung vom Stigma, ohne eigentliche Längsstämme zu bilden, die erst nach und nach sich zu der fast selbständigen Form ausprägten, wie sie bei den zahlreichen, jetzt lebenden Insekten sich zeigt.

Die Verästelung der Tracheen erkennen wir am besten an durchsichtigen Insektenlarven, vor allen an zarthäutigen, eben aus dem Ei gekommenen. An diesen sehen wir z. B. sehr deutlich einen grösseren und einen kleineren Tracheenast aus einem Hauptstamme durch jedes Hüftglied in die Beine eintreten. Der grössere Tracheenast durchzieht das ganze Bein im Verlaufe der langen Sehne und reicht bis zu den Krallen. Nach Dahl's Beobachtung tritt je ein Zweig in die Krallen hinein. Der kleinere Tracheenast reicht nur bis in den Schenkel, wo er sich verzweigt und sich in die Muskeln verliert.

Wie die Beine, Fühler und Mundanhänge, werden auch die sechs Teile der Legescheide der Locustiden und des Stachels der weiblichen Hymenopteren von je einem Tracheenaste durchzogen. Dieser Tracheenast geht von dem Querstamme des betreffenden Körperringes aus. Die Kommunikation der Tracheenquerstämme der beiden vorletzten Körperringe mit den Imaginalscheiben der Stachelteile ist schon an den Larven zu beobachten. (H. Dewitz, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 1874. S. 185.)

In das dem Stachel homologe männliche Geschlechtsorgan, die Ruthe, gehen gleichfalls zwei Tracheenstämmchen, in jede Hälfte eins, was gleichfalls der ursprünglichen Zusammensetzung der Ruthe der Insekten aus zwei Teilen entspricht.

Neben den röhrenförmigen Tracheen giebt es bei manchen Insekten meist im Verlaufe der Längsstämme blasen- oder sackförmige (vesikuläre) Tracheen. An diesen ist oft kein Spiralfaden zu erkennen; auch sind ihre Wandungen, z. B. bei Lamellicorniern, weniger fest und resistent als bei den röhrenförmigen Tracheen. Bei den Blatthornkäfern, z. B. beim Maikäfer (*Melolontha*) und Mistkäfer (*Geotrypes*) (Fig. 283 u. 284) sitzen die Blasen vermittelst eines dünnen Tracheenfadens an Querästen der Hauptstämme, sowohl im Brustabschnitt als im Hinterkörper.

Die Luftsäcke sind am zahlreichsten und grössten bei den Hymenopteren, Lepidopteren und Dipteren. Auch bei den Libellen sind sie noch zahlreich und gross, spärlicher und kleiner bei den Ephemeriden, Sialiden und Panorpen. Unter den Coleopteren erfreuen sich nur fliegende Arten der Luftsäcke, hauptsächlich die der Lamellicornier und Buprestiden. Zahlreich sind sie z. B. bei den Geotrypen und Melolonthen. Unter den Orthopteren werden sie nur bei den wandernden Arten gefunden; bei den eigentlichen Springern sind die Tracheen nur in einigen Teilen ihres Verlaufes erweitert. Im Larvenzustande ist bei keinem Insekt eine Spur von Luftsäcken zu finden. Die Säcke werden erst während der Verwandlung gebildet, sobald das Insekt aufhört zu fressen. Ferner fehlen sie den ungeflügelten Weibchen geflügelter Männchen, welche sie besitzen, z. B. bei *Lampyris* und *Geometra*. Vergl. Newport.

Die fein verzweigten Luftröhrenästchen treten ausser an die Anhangsorgane (Beine, Flügel, Taster, Fühler) in noch viel reicherer Verzweigung an alle inneren Organe des Rumpfes heran. Wir sehen sie die verschiedenen Teile des Darmrohrs besetzen, sich mit den Geschlechtsorganen verbinden, die Ganglien und deren Verbindungsstränge, das Rückengefäss, die Muskeln, die Speicheldrüsen und sonstige Anhangsdrüsen bekleiden, in den Fettkörper eindringen.

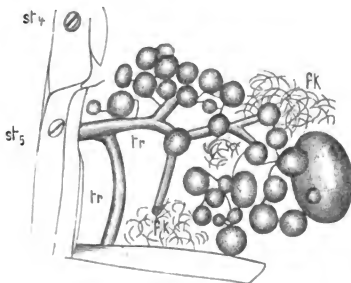


Fig. 283.
Tracheenblasen aus dem dritten Hinterleibsringe eines Mistkäfers, *Geotrypes sylvaticus*. Origin.
st_4, viertes Stigma; st_5, fünftes Stigma; tr, Tracheenäste; fk, Fettkörper.

Beispielsweise ist in der umseitig stehenden Figur 285, welche ein Augenganglion von *Carabus auronitens* darstellt, die äusserst reichliche Verzweigung derjenigen Tracheen veranschaulicht, welche diesen Gehirnanhang umspinnen.

Die letzten Ausläufer der Tracheen sind äusserst fein. Nach Hagen's Messung haben die feinsten Zweige der bei *Termes ripperti* an die Ovarien herantretenden Tracheen eine Stärke von 0,03 mm.

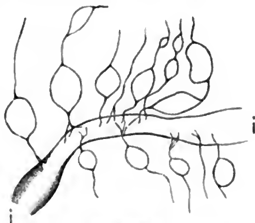


Fig. 284.
Tracheenblasen an den Endverzweigungen eines Visceralastes von demselben Käfer. Origin.
i, Stück vom Darmkanal.

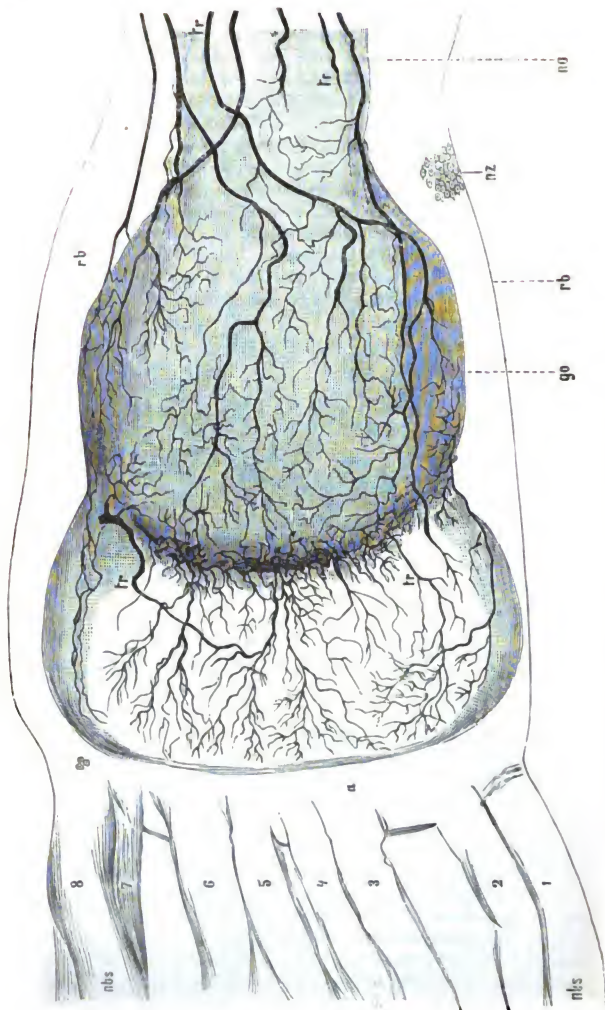

tr
ng
nz
rb
go
a
8
7
6
5
4
3
2
1
nbs

Fig. 285.

Linksseitiges Augenganglion eines Laufkäfers, *Carabus auronitens*, zur Veranschaulichung der dasselbe umspinnenden Tracheenverzweigungen. Stark vergrössert. Origin.

go, Augenganglion; no, Hauptsehnerv; nbs, Nervenbündelschicht; 1—8, acht Nervenbündel derselben; rb, Rindenbeleg des Augenganglions und Sehnerven; nz, Ganglienzellen des Rindenbelegs, nur an der einen Stelle eingezeichnet, sonst fortgelassen; tr, Tracheen mit ihren reichen Verzweigungen am Augenganglion.

Der Durchmesser der feinsten Tracheenenden in den Spinndrüsen der Seidenraupen beträgt durchschnittlich 0,0016 mm (v. Wistinghausen, Zeitschr. f. wiss. Zool. 49. Bd. 1890. S. 575).

In den Enden dieser feinsten Verzweigungen der Tracheen findet der interne Atmungsvorgang, die Abgabe der eingeatmeten Luft an das die Organe, welche sie besetzen, umspülende Blut, sowie die Aufnahme der auszuatmenden verbrauchten Luft statt.

* * *

Der Spiralfaden schwindet, wie schon S. 491 mitgeteilt wurde, in den feinsten Ausläufern der Tracheenzweige. Ob die letzten Enden derselben geschlossen oder offen sind, ob sie nach Analogie der Blutkapillaren Anastomosen bilden, ob ferner die letzten Ausläufer der Atemröhrchen zwischen den Zellen verlaufen oder ob sie in dieselben eindringen, diese Fragen sind teilweise bis heute noch nicht völlig entschieden. Nach Leydig's neueren Ansichten (Untersuchungen zur Anatomie und Histiologie der Tiere. 1884. S. 72) dringen die Tracheen in die Zelle selbst ein und verbinden sich daselbst mit dem Hyaloplasma. Darnach wäre der Atmungsvorgang in letzter Instanz in das Hyaloplasma zu verlegen. Für diese Annahme spricht die Thatsache, dass bei den Arthropoden, welche durch Tracheen atmen, die letzten Enden der Tracheen die atmosphärische Luft in die vom Maschenwerk begrenzten Räume, also an das die Lücken erfüllende Hyaloplasma bringen. (Leydig, Zelle und Gewebe. 1885. S. 43.) Nach den Angaben desselben Forschers dringen die feinsten Tracheen in die Muskelsubstanz ein und verbinden sich mit den Muskelprimitivbündeln.

C. Kupffer ist ebenfalls der Ansicht, dass die letzten Ausläufer der Tracheen in die Zellen eindringen. Nach anderen Forschern (Kölliker, Emery u. a.) liegen die Tracheenenden zwischen den Zellen. Wielowiejski behauptet, dass die Tracheenenden (Tracheenkapillaren) miteinander anastomosieren, ein unregelmässiges Netz bildend (Studien über die Lampyriden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 37. Bd).

Der neueste Forscher auf diesem Gebiete, C. v. Wistinghausen, findet an den Spinndrüsen der Schmetterlingsraupen ein vollkommen ausgebildetes Netzwerk zwischen den Endverzweigungen zweier oder mehrerer Tracheengebiete. Die Kapillarröhrchen dieser Endverzweigungen gehen in dieses Netzwerk, das Tracheenkapillarendnetz, über. Letzteres ist bald mehr, bald weniger dicht und breitet sich unter der Membrana propria des Drüsenleibes auf der ganzen Ober-

fläche der grossen Drüsenzellen aus, und zwar in einer Ebene mit den Tracheenkapillaren. Vom Plasma der Zelle ist es durch eine dünne Haut geschieden. Das Tracheenkapillarendnetz erscheint als ein System feiner Röhrchen. Die Wandung dieser Röhrchen ist homogen, nicht porös, aber für Parenchymflüssigkeit und Luft leicht durchlässig (permeabel). Der Luftaustausch geht demnach leicht von statten, er muss um so reger sein, je reicher die Anastomose, die netzartige Verbindung der Tracheenkapillaren ist.

Wie sich die Endverzweigungen der Tracheen (die Tracheenendigungen) an anderen Organen verhalten, ist noch unbekannt oder nicht genau erforscht. Der Forschung steht hier also noch ein weites Feld offen. —

In den folgenden Abschnitten werden die Atemlöcher (Stigmen), der Atmungsvorgang, die Atmung der Wasserinsekten und Larven sowie die Kiemen behandelt werden.

Litteratur über das Tracheensystem im allgemeinen.

Lyonet, P., Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois du saule. La Haye, 1760. Mit 18 Taf. — 2. Ausg. La Haye, 1762. 616 S. u. 18 Taf.

Rengger, J. R., Physiologische Untersuchungen über die tierische Haushaltung der Insekten. Tübingen, 1817. — Ausz. in Germar's Mag. f. Entom. 1818. Bd. 3. S. 410—413.

Treviranus, G. R., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Tiere und Pflanzen. 1816.

—, —, Das organische Leben. Bremen, 1831.

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Bd. 1832. S. 169 bis 194, 416—436.

Kirby, W., und W. Spence, Einleitung in die Entomologie. 1833. 4. Bd. S. 35—81.

Bowerbank, J. S., Observations on the Circulation of Blood and the Distribution of the Tracheae in the Wing of *Chrysopa perla*. (Entom. Mag. IV. 1837. S. 179—185.)

Dufour, L., Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Insectes Coléoptères. Organes de la respiration. (Annal. Scienc. natur. T. 8. 1826. S. 19—27. Mit 2 Taf.)

—. —, Études anatomiques et physiologiques sur les Insectes Diptères de la famille des Pupipares. Appareil respiratoire. (Annal Scienc. natur. III. Sér. Zool. Vol. 3. 1845. S. 56—64. Mit 1 Taf.)

—, —, Description et anatomie d'une larve à branchies externes d'Hydropsyche. Mit Fig. (Ann. Scienc. nat. III. Sér. 1847. T. 8. S. 341—354.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques, et observations sur les larves des Libellules. Appareil respiratoire. (Ann. scienc. natur. III. Sér. Zool. Vol. 17. 1852. S. 76—97. Mit 3 Taf.)

Dufour, L., Recherches anatomiques sur les Hyménoptères de la famille des Urocerates. Appareil respiratoire. (Annal. scienc. natur. 4. Sér. Zool. Vol. 1. 1854. S. 203—209. Mit 1 Taf.)

(In den auf S. 344 aufgeführten Dufour'schen Abhandlungen finden sich weitere Darlegungen über das Tracheensystem.)

Platner, E. A., Mitteilungen über die Respirationsorgane in der Haut bei der Seidenraupe. (Müller's Archiv f. Physiol. 1844. S. 38—49.)

Filippi, F. de, Alcuni osservazioni anatomico-fisiologische sugl' Insetti in generale, ed in particulare sul Bombice del Gelso. (Ann. dell. R. Accad. d'agricoltura di Torino. 1850. T. 2. 25 S. Mit 1 Taf. — Uebersetzt von C. A. Dohrn, Stettin. Ent. Zeit. 1852. T. 13. S. 258—267; 1853. T. 14. S. 124—132. Mit Taf.)

Newport, G., On the Formation and the Use of the Airsacs and dilated Tracheae in Insects. (Transact. Linn. Soc. London, 1851. T. 20. S. 419—423.)

Lubbock, J., Distribution of Tracheae in insects. (Transact. Linnean Society. London, 1860. 23. Bd. S. 23—50.)

Reinhardt, H., Zur Entwicklungsgeschichte des Tracheensystems der Hymenopteren mit besonderer Beziehung auf dessen morphologische Bedeutung. (Berliner Entom. Zeitschr. 1865. IX. S. 187—218. 2 Taf.)

Meinert, Fr., Campodeae: en familie af Thysanurernes orden. Mit 1 Taf. (Naturhistorik Tidsskr. 3. Raek. 3. Bd. 1864—65. S. 400—440.)

Landois, L., Anatomie des *Phthirius inguinalis* Leach. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 14. Bd. 1864. S. 1—26. Mit 5 Taf.)

—, —, Anatomie des *Pediculus vestimenti* Nitzsch. (Ebenda. 15. Bd. 1865. S. 32—55. Mit 3 Taf.)

—, —, Anatomie der Bettwanze (*Cimex lectularius* L.). Mit 4 Taf. (Ebenda. 18. Bd. 1868. S. 206—224; 19. Bd. 1869. S. 206—233.)

—, —, Anatomie des Hundeflohs (*Pulex canis*). (Nova Acta Acad. Leop. Carol. Dresden, 1866. 4⁰. Mit 7 Taf. T. 33. 1867. 67 S.)

Gerstaecker, A., Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 5. Bd. 1866—1879. Atmungsorgane S. 119—131.

Pouchet, G., Developpement du système trachéen de l'Anophèle (*Corethra plumicornis*). (Archiv. de zool. expérimentale. Vol. 1. 1872. S. 217—232. Mit 1 Fig.)

Graber, V., Ueber eine Art fibrilloiden Bindegewebes der Insektenhaut und seine lokale Bedeutung als Trachealsuspensorium. Mit 1 Taf. (Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 10. 1874. S. 124—144.)

Wolff, O. J. B., Das Riechorgan der Biene nebst einer Beschreibung des Respirationswerkes der Hymenopteren, des Saugrüssels und Geschmacksorganes der Blumenwespen. (Nova Acta d. kais. Leop.-Carol. Akad. der Naturf. Bd. 38. 1876. S. 1—251. Mit 8 Taf.)

Palmén, J. A., Zur Morphologie des Tracheensystems. Leipzig, 1877. 140 S., 2 Taf.

Graber, V., Die Insekten. I. Teil. Der Organismus der Insekten. München, 1877. Die Atmungsorgane S. 346—369.

Gegenbaur, C., Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig, 1878. Die Atmungsorgane S. 303—308.

Moseley, H. N., Origin of Tracheae in Arthropoda. (Nature. Vol. 17. 1878. S. 340.)

Poletajew, Olga, Quelques mots sur les organes respiratoires des larves des Odonates. (Horae Soc. Ent. Ross. Vol. 15. 1880. S. 436—452. Mit 2 Taf.)

Viallanes, H., Sur l'appareil respiratoire de quelques larves de Diptères. (Compt. rend. Paris. 1880. S. 1180—1182.)

Mac Leod, J., La structure des trachées et la circulation péritrachéenne. Bruxelles, 1880. 70 S., 4 Taf.

Hagen, H. A., Beitrag zur Kenntnis des Tracheensystems der Libellenlarven. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 157—162.)

—, —, Einwürfe gegen Palméns Ansicht von der Entstehung des geschlossenen Tracheensystems. (Ebenda. 1881. S. 404—406.)

Macloskie, G., The structure of the tracheae of insects. (American Naturalist. 1884. Vol. 18. S. 567—573. Mit Fig.)

Haase, E., Das Respirationssystem der Chilopoden und Symphylen (Scolopendrellen) verglichen mit dem der Hexapoden. (Zeitschrift f. Entomologie. Neue Folge. 9. Heft. Breslau, 1884.)

—, —, Das Respirationssystem der Symphylen und Chilopoden. (Zool. Beiträge, herausg. von A. Schneider. 1. Bd. 1884. S. 65—96. Mit 3 Taf. — Zoolog. Anzeiger. 1883. S. 15—17.)

Meinert, Fr., De eucephale Myggelarver. Sur les larves eucéphales des Diptères. (Vidensk. Selsk. Skrifter. 6. Raekke, naturvid. og mathem. Afd. Kjöbenhavn, 1886. 3. Bd. IV. S. 369—493. Mit 4 Doppeltaf.)

Packard, A. S., On the nature and origin of the so-called „spiral thread" of tracheae. (American Naturalist. 20. Vol. 1886. S. 438—442. Mit Fig.; S. 558.)

Grassi, B., I progenitori degli Insetti e dei Miriapodi. L'*Japyx* e la *Compodea*. (Atti d. Accad. Giœnia d. Sc. Nat. Catania. 1885. Ser. 3. Vol. 19. 83 S. u. 5 Taf.)

—, —, I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Anatomia comparata dei Tisanuri. (Reale Accad. d. Lincei di Roma. Anno 284. 1887. 66 S. u. 5 Taf.)

Cajal, S. R., Coloration par la méthode de Golgi des terminaisons des trachées et des nerfs dans les muscles des ailes des insectes. (Ztschr. f. wiss. Microscopie. 1890. 7. Bd. S. 332—342. Mit 1 Taf.)

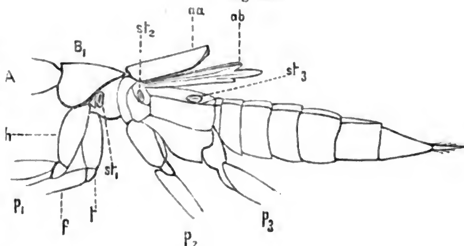
Wistinghausen, C. v., Ueber Tracheenendigungen in den Sericterien der Raupen. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 49. Bd. 1890. S. 565—582.)

Lage und Zahl der Atemlöcher (Stigmen).

Die Atemlöcher (Fig. 280 u. 282 st) liegen bei den allermeisten Insekten an den Seiten des Körpers, und zwar in der weichen Verbindungshaut zwischen dem harten Rücken- und dem Bauchschilde. Bei den Käfern liegen sie am Brustabschnitte mehr bauchwärts, am Hinterleibe mehr rückwärts, neben dem Rande der Rückenseite. Dasselbe ist bei den meisten übrigen Insekten der Fall. Bei den Wasserjungfern (Odonaten) liegt aber das erste Paar auf dem Rücken, das zweite und dritte Paar an den Seiten des Brustkastens; die folgenden sieben Paare aber sind ganz auf die Unterseite gerückt und liegen in der häutigen Falte neben den Bauchschienen versteckt. Auch bei den Wanzen (Hemiptera) befinden sich am Hinterleibe die Stigmen auf der Bauchseite, liegen aber ganz frei.

Hinsichtlich der Lage der Stigmen am Segment ist zu bemerken, dass diese je nach der Gruppe eine verschiedene ist. Gewöhnlich befinden sich die Stigmen vorn am Segment oder gegen die Mitte hingerückt, bei vielen Insekten oder ihren Larven aber in der Zwischenhaut zweier Segmente. Da also die Lage eines Stigmenpaares, z. B. des ersten am Brustabschnitt befindlichen, je nach der Insektengruppe wechselt, indem es bald am Hinterstück des Prothorax, bald am Vorderteile des Mesothorax angetroffen wird, so kann von der absoluten Zugehörigkeit zu einem Segment nicht die Rede sein. Im Grunde haben die Stigmen eine intersegmentale Lage, d. h. sie liegen in der Verbindungshaut zweier Segmente. Infolge einseitiger Ausbildung eines Segments, z. B. des Prothorax der Coleopteren (Fig. 286 st_1), oder der Verkümmerung eines Segments, z. B. des Prothorax vieler Lepidopteren, ist das erste Stigmenpaar zum Prothorax gezogen (Coleopteren), beziehungsweise von demselben abgerückt und an den Mesothorax getreten (Lepidopteren). Hiernach ist die jeweilige Lage der Stigmen begreiflich. Bei den Larven der Blatthornkäfer (Lamellicornia), der Lepidopteren und Tenthrediniden ist das erste Stigmenpaar völlig prothorakal.

Fig. 286.



Ein Kurzdeckkäfer, *Staphylinus nebulosus*. Kopf und Beine sind verkürzt. Orig.

A, Grundteil des Kopfes; B_1, vorderer Brustring (Prothorax); st_1, 1. Stigma; st_2, 2. Stigma; st_3, 3. Stigma; aa, Flügeldecken; ab, zusammengeschlag. Hinterflügel; p_1—p_3, Vorder-, Mittel- u. Hinterbein; h, Hüftglied (coxa); t, Schenkelring.

Auch das dritte Stigmenpaar, welches zwischen dem Metathorax und dem ersten Hinterleibssegment liegt, ist bei den meisten Insekten mit dem Metathorax verbunden. Es gleicht auch in der Grösse und Ausbildung den beiden ersten Paaren des Brustabschnitts (Fig. 286 st_3). Ferner ist das erste Hinterleibssegment an der Bauchseite meist ganz verkümmert, so dass seine Annäherung oder Verbindung mit dem Metathorax ganz erklärlich ist. In jedem Falle ist es nun besser, von einem ersten, zweiten, dritten, vierten Stigmenpaar zu reden, als diese Stigmenpaare nach ihrer Lage an dem betreffenden Segment (Prothorakalstigma etc.) zu benennen; denn in vielen Fällen ist das letztere nicht prothorakal.

Die Zahl der Stigmenpaare beträgt bei den meisten Insekten zehn. Diese Zahl wird von keinem Insekt überschritten. Von den 10 Paaren liegen 3 (2) am Thorax und 7 (8) am Hinterleib. Oft kommen nur 9 Paar oder weniger vor, je nach der Verkümmerung der Hinterleibsringe (Fig. 197 S. 304, Fig. 201 Seite 308). Grassi führt bei *Japyx* 11 Stigmenpaare an, was wahrscheinlich auf einem Irrtum beruht.

Die zwei oder drei letzten, oft eingezogenen Segmente des Hinterleibes sind stigmenlos; die zwei letzten ermangeln stets der Stigmen, auch wenn sie frei sind (Fig. 280 S. 490, Fig. 200 S. 308).

Der Bau und die Beschaffenheit der Atemlöcher (Stigmen).

Die Atemlöcher haben bei den verschiedenen Insekten und auch vielfach an verschiedenen Körperteilen desselben Insekts ein verschiedenes Aussehen. Oft begegnen uns einfache kreisrunde Löcher, welche von einem Chitinringe (Peritrema) eingefasst sind. Solche Stigmen finden sich an den Hinterleibsringen der Käfer, wo wir sie allerdings nur bei grossen Arten und unter der Lupe erkennen können (Fig. 288). Dagegen sind die Bruststigmen derselben Käfer sehr viel grösser (Fig. 287), dabei lang spaltförmig; die den Spalt bildenden Lippen sind mit einem Haarbesatz versehen. Die Lippen sind leicht zu öffnen, und wir sehen dann in das Luftrohr hinein. Bei manchen Insekten (Schmetterlingen) sind die Haare der beiden Lippen miteinander verfilzt. Bei den Schmetterlingsraupen ist die Verfilzung so dicht, dass wohl Luft in die Tracheen einzudringen vermag, nicht aber Staub, Flüssigkeiten und andere Fremdkörper. Die sogenannten Stigmenplatten am hinteren Körperende der luftatmenden Oestriden-Larven *(Hypoderma, Cephenomyia; Cephalomyia)* sind poröse, mit gedrängt stehenden Löchelchen versehene Chitinplatten, welche einem Stigma homolog sind.

Wir finden alle Uebergänge von der einfachsten Ringform ohne alle Ausbildung bis zu dem kompliziertesten Reusen- oder Siebapparat (Fig. 287 r).

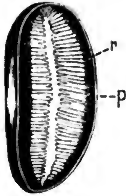


Fig. 287.

Stigma von der Hinterbrust des *Staphylinus pubescens*. Original.

p, Chitinring, r, Reusenapparat zum Schutze gegen das Eindringen von Staub.

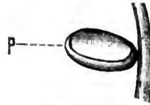


Fig. 288.

Zweites Hinterleibsstigma desselben Käfers, wie in Fig. 287. In demselben Grössenverhältnis dargestellt. Orig.

Krancher unterscheidet fünf Haupttypen von Stigmen:

I. Stigmen ohne Lippen (primitive Stigmen):

a) Ein einfaches Loch, das von einem Chitinringe stets offen erhalten wird. Die Oeffnung kann rund oder elliptisch sein. Es ist weder von Lippen, noch von einer Beweglichkeit des Randes etwas zu sehen. Solche Luftlöcher finden sich bei den Wanzen (Hemiptera) und Käfern (Coleoptera) am Hinterleibe; mit der Oeffnung der Stigmen derselben hängt eine trichterförmige Verengung nach innen zusammen (Fig. 289 S. 506). Auch bei den Fliegen (Diptera) finden sich ähnlich einfache Stigmen am Abdomen. Komplizierter werden diese Stigmen bei den Puliciden dadurch, dass über die Oeffnung hin sich eine Menge steifer Haare oder Borsten erstrecken, die dazu dienen, fremde Körper, wie Staub, Wasser usw., vor dem Eindringen in die Tracheen zurückzuhalten.

b) Das Stigma besteht aus einer Reihe von Einzelstigmen, die meist von einem gemeinsamen Chitinringe umgeben sind, und deren röhrenförmige Fortsätze sich nach unten zu einer Trachee vereinigen, so dass die einzelnen Röhren dem Stigma innen wie Finger an der Hand aufsitzen. Diese Form findet sich bei Dipteren-Larven und Puppen.

II. Stigmen mit Lippen (komplizierte Stigmen):

c) Die Lippen werden repräsentiert durch einfach gebaute, spärlich behaarte Chitinwülste. Die eine Seite des Stigmas steht meist etwas höher und greift teilweise über die andere hinweg. Diese Form ist den Orthopteren und Libelluliden eigen.

d) Die Lippen sind dachförmig nach innen ausgezogen und zeigen eine üppige Behaarung, die oft zu einem engen Filznetz sich verwebt. Die Haare der Lippen sind bei den meisten Käfern und vielen Schmetterlingen mehr oder weniger verzweigt und stehen unabhängig und isoliert. Bei den Schmetterlingsraupen sind die Haare durch ihre feine Verzweigung sehr dicht verfilzt, so dass sie bei oberflächlicher Betrachtung nicht voneinander unterschieden

werden können; sie sind sogar durch Queranastomosen zu einem wirklichen Siebe miteinander verwachsen. Dieses sehr zarte und feine Haarnetz hat den Zweck, der in die Trachee aufzunehmenden Luft als Seihapparat zu dienen, um fremden Körpern den Eintritt in die Luftwege zu versperren.

e) Die Stigmen sind rund und bestehen aus einem sehr breiten Rande und einem konzentrischen Mittelstück. Der Bau derselben ist kompliziert. Das konzentrische Mittelstück ist innen hohl und trägt in diesem Hohlraume den Verschlussmuskel. Diese Form zeigt sich bei den Lamellicornier-Larven und ist namentlich bei denjenigen von *Oryctes*, *Cetonia* und *Melolontha* mit blossem Auge oder unter der Lupe gut zu sehen.

f) Ueber die äussere Oeffnung des Stigmas hinweg wölbt sich nach innen ein Chitinnäpfchen, an dessen einer Seite die Trachee ihren Ursprung nimmt. So bei den Hymenopteren.

Die merkwürdigen, unter „e“ erwähnten Stigmen der Blatthornkäferlarven, die sogenannten Gitterstigmen, machen den Eindruck, als wäre die äussere Verschlussplatte undurchdringlich. Frühere Forscher hielten diese Stigmen freilich für offen, der Kopenhagener Entomotom Meinert dagegen für geschlossen. Indes hat Schiödte die in der Leibeshöhle konservierter Exemplare von *Melolontha*-Larven enthaltene Flüssigkeit auf Druck aus den Gitterplatten in Tröpfchen hervorkommen sehen, wenn er die Tracheenstämme durchschnitten hatte, und hielt dies für einen Beweis von der Durchlässigkeit der Stigmen.

Das Tracheensystem der Libellenlarven ist nicht geschlossen, vielmehr sind bei erwachsenen Larven die vorderen, auf der Rückenseite befindlichen Stigmen gross und die zugehörigen Tracheen kräftig entwickelt. Diese Stigmen sind imstande, Luft durchzulassen. Bei halberwachsenen und jüngeren Jugendtieren von *Aeschna* sind die beiden vorderen Bruststigmen unausgebildet. Zum Zwecke der Atmung steigen die erwachsenen Larven an die Oberfläche und halten entweder die Hinterleibsspitze an den Wasserspiegel, um durch den Enddarm Luft aufzunehmen, oder sie berühren mit dem Rücken des Brustabschnitts den Wasserspiegel, um durch die grossen Stigmen zu atmen. Junge Larven nehmen nur durch den Enddarm Luft auf. Bei *Libellula* und Verwandten besitzen hingegen schon die jungen Larven grosse Bruststigmen; sie ziehen aber vor, durch den Enddarm zu atmen. Erwachsene Larven von *Agrion* atmen durch die Bruststigmen. (Vergl. H. Dewitz.)

Die Verschlussvorrichtung der Atemlöcher (Tracheen-Verschlussapparat).

Wie schon oben mitgeteilt wurde, können die Atemlöcher durch eine Klappenvorrichtung geöffnet und geschlossen werden. Die Klappen (Lippen) öffnen sich, teils wie eine Thür um ihre Angeln, teils wie Schiebladen, welche aus- und eingezogen werden. Bei manchen Insekten sind beide Lippen gegeneinander beweglich, bei den meisten bewegt sich nur eine Lippe. Vielen Stigmen fehlen überhaupt Lippen (S. 503). Der Tracheen-Verschlussapparat, welcher von H. Landois genau beschrieben ist, besteht aus vier Teilen, nämlich dem Verschlussbügel, dem Verschlusshebel, dem Verschlussband und dem Verschlussmuskel. Diese Bestandteile finden sich an einem kompliziert gebauten Stigma, in welchem beim Atmen eine bewegliche Lippe sich öffnet und schliesst. Die bewegliche Lippe (der Verschlusshebel) ist mit der anderen Lippe (dem Verschlussbügel) durch ein elastisches Verschlussband verbunden. Der Verschlussmuskel umgiebt unterhalb des Stigmas ringförmig die Trachee (Verschlussring, Landois). Dieser Muskel ist mit der beweglichen Lippe verbunden. Mit der Zusammenziehung des Muskels schliesst sich das Stigma. Im Zustande der Ruhe ist dieses geöffnet, so dass dann die Luft in der Trachee ungehindert mit der äusseren Luft kommunizieren kann. Vergl. Krancher.

Die hohe Bedeutung des Tracheen-Verschlussapparates für die Atmung und das Flugvermögen ist von Landois veranschaulicht.

Verson stellt den Mechanismus in folgender Weise dar. Der Verschlussbügel ist dadurch thätig, dass er vermittelst seiner federnden Kurve die freien, verdickten Ränder des Verschlussbandes und des Verschlusshebels in Spannung und dadurch geschlossen hält. Der Schliessmuskel greift am horizontalen Hebelarm an und zieht die mit demselben zusammenhängende Klappe nach innen. Hierdurch wird das Stigma geöffnet.

Keinem Insekte scheint ein Verschlussapparat zu fehlen, und er zeigt einen sehr mannigfaltigen Bau. Es kommen ein oder zwei Hebel vor, oder ein Verschlussring mit Ringmuskel usw. Die einfachste Form ist die, wo die Trachee unfern des Stigmas mit einem aus Chitinschichten bestehenden Ringe umgeben ist, der einer verdickten Spiralfeder ähnlich sieht, z. B. am Hinterleibe der Coleopteren, Hemipteren und Dipteren. Hinter dem Stigma sehen wir eine oft ziemlich enge halsförmige Einschnürung, wodurch das knopf- oder knospenförmige Endstück mit dem Stigma von dem Tracheenaste gesondert erscheint, z. B. beim Mistkäfer (*Geotrypes*), Fig. 289.

Nähere Angaben und Abbildungen vom Tracheenverschlussapparat finden sich in den hinten zitierten Abhandlungen von Landois (und Thelen), sowie von Krancher.

Der hohe Wert dieses Apparates für das Insekt ergiebt sich daraus, dass eine Tracheenatmung ohne Vorkehrungen für den Verschluss unmöglich ist. Die eingeatmete Luft könnte nicht gehalten werden, sondern würde wieder entlassen, ohne bis in die Endverzweigungen des Tracheensystems, wo erst die eingeatmete Luft in Wirksamkeit tritt, gelangt zu sein.

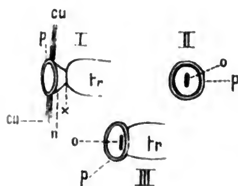


Fig. 289.
Fünftes Stigma des Hinterleibes eines Mistkäfers, *Geotrypes vernalis*. Original.

I. Seitenansicht des napfförmigen Stigmas.
p, Chitinring (Peritrema); tr, Tracheenast (Stigmenast des Tracheenlängsstammes); n, napfförmig abgesonderter Teil des Tracheenastes; x, Einschnürung des letzteren; cu, Durchschnitt der Körperhaut.
II. Vorderansicht des Stigmas.
o, spaltförmiger Tracheenverschluss, welcher durch die Einschnürung bei x in Figur I entstanden ist.
III. Dasselbe wie I, halb seitwärts gesehen. Bezeichnung wie bei I und II.

Litteratur über die Stigmen.

Sprengel, C., Commentarius de partibus quibus Insecta spiritus ducunt. Lipsiae 1815. 4⁰. 38 S., 3 Taf.

Loewe, C. L. W., De partibus quibus insecta spiritus ducunt. Diss. inaug. Halae, 1814. 28 S.

Dufour, L., Recherches anatomiques sur l'Hippobosque des chevaux. (Annal. scienc. natur. 1825. T. 6. S. 299—322. Mit 1 Taf.)

—, —, Nouvelles observations sur la situation des stigmates thoraciques dans les larves des Buprestides. (Ann. Soc. Ent. France. Sér. 2. 1844. T. 2. S. 203—206.)

(Andere Abhandlungen mit Exposés über Stigmen S. 344 u. 498.)

Landois, H., Der Stigmenverschluss bei den Lepidopteren. Mit 1 Taf. (Reichert u. du Bois-R.'s Archiv f. Anat. 1866. S. 41—49.)

—, —, Der Tracheenverschluss bei *Tenebrio molitor* (Mehlwurm). Mit 1 Taf. (Reichert's und Dubois-Reymond's Archiv f. Anat. 1866. S. 391—397.)

—, —, und W. Thelen, Der Tracheenverschluss bei den Insekten. (Zeitschrift f. wissensch. Zool. 17. Bd. 1867. S. 187—214. Mit 1 Taf.)

Packard, A. S., On the distribution and primitive number of spiracles in insects. (American Naturalist. Vol. VIII. 1874. S. 531—534.)

Krancher, O., Der Bau der Stigmen bei den Insekten. Mit 2 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 35. Bd. 1881. S. 505—574 Vorläuf. Mitt. im Zool. Anz. 1880 S. 584—588.)

Palmén, (Abhandlung s. S. 500).

Hagen, H. A., Beitrag zur Kenntnis des Tracheensystems der Libellen-Larven. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 157—162.)
—, —, Einwürfe gegen Palmén's Ansicht von der Entstehung des geschlossenen Tracheensystems. (Ebenda, 1881. S. 404—406.)
Meinert, Fr., Spirakelpladen hos Scarabae-Larverne. (Vid. Meddel. Nat. For. Kjöbenhavn (4.). Aarg. 3. 1882. S. 289—292.)
—, —, Noget mere om Spiracula cribraria og Os clausum. En Replik. (Ebenda (4.). Aarg. 5. 1884. S. 68—91. Mit Fig.)
Schiödte, J. G., Spiracula cribraria — os clausum: lidt om naturvidenskabelig Methode og Kritik. (Nat. Tidsskrift (3). 13. Bd. 1883. S. 427—473.) Vergl. Jahresber. Neapel 1883 S. 105.
Verson, E., Jl meccanismo di chiusura negli stimmati di Bombix mori. (Atti Istit. Veneto. Sc. 1887. 9 S. Mit Taf.)
—, —, Der Bau der Stigmen von Bombyx mori. (Zool. Anzeiger. 1887. 10. Jahrg. S. 561—562.)
Haase, E., Die Stigmen der Scolopendriden. (Zool. Anzeiger. 1887. 10. Jahrg. S. 140—142.)
—, —, Holopneustie bei Käfern. (Biolog. Centralbl. 1887. 7. Bd. S. 50—53.)
Carlet, G., Note sur un nouveau mode de fermeture des trachées, „fermeture operculaire“ chez les Insectes. (Comp. rend. Acad. scienc. de Paris. 1888. Vol. 107. S. 755—757.)
Dewitz, H., Einige Beobachtungen, betreffend das geschlossene Tracheensystem bei Insektenlarven. (Zool. Anzeiger. 1890. S. 500—504, 525—531.)
(Man vergl. die meisten Abhandlungen auf S. 498—500.)

Die Atmung.

Den Atmungsvorgang erkennen wir äusserlich an den rhythmischen Bewegungen des Hinterleibes. Bei manchen grossen Insekten, z. B. Libellen (*Aeschna*), lässt sich die Atmung, wie schon S. 489 mitgeteilt wurde, an dem Oeffnen und Schliessen der Bruststigmen beobachten. Der Mechanismus, durch welchen der Verschluss des Stigmas zustande kommt, ist auf S. 505 beschrieben.

Wenn dieser Mechanismus gut funktioniert, so vermag das Insekt frei und ungehindert zu atmen. Eine Störung desselben, infolgedessen die Atmung nicht mehr stattfinden kann, hat den Tod des Insekts zur Folge. Wenn die Stigmen z. B. mit einer haftenden Flüssigkeit (Oel, Gummi arabicum) überstrichen werden, stirbt das Insekt nach mehreren Stunden, zuweilen schon nach einigen Minuten.

Wie bei allen lebenden Wesen, so unterscheiden wir auch bei den Insekten Einatmung (Inspiration) und Ausatmung (Exspiration). Letztere können wir wahrnehmen, wenn wir ein Insekt in ein Glas mit Wasser setzen. Aus den Stigmen, namentlich aus den grossen des Brustkastens, steigen dann die ausgeatmeten Luftbläschen an die Oberfläche des Wassers empor.

Der mechanische Vorgang des Atmens, nämlich die rhythmischen Bewegungen am Hinterleibe, besteht darin, dass die Unter- oder Oberseite oder die Seiten des Hinterleibes in stetiger und ziemlich schneller Folge ausgedehnt und wieder eingezogen werden. Die Bewegungen bei der Einatmung (die Ausdehnung) sind passive, bei der Ausatmung (die Zusammenziehung) aktive.

Da das Ausdehnen und Zusammenziehen der Hinterleibsringe nur durch die Funktion von Muskeln zu erklären ist, so ist es keine Frage, dass die in den Segmenten der Brust und des Hinterleibes an der Bauch- oder an der Rückenseite sich ansetzenden Muskeln (S. 370) die Atembewegungen vermitteln. Nach Carlet dienen die Muskeln im Hinterleibe der Biene (*Apis mellifica*), mit Ausnahme der Herzmuskeln, nur der Respiration (Compt. rend. Acad. Paris, 1884. T. 98. S. 758). Es ist ferner nötig, die in die Tracheen eingelassene Luft bis in die feinsten Endverzweigungen zu treiben. Dies geschieht durch Druck auf die Tracheen infolge der Verengung des Körpers vermittelst der Kontraktion der Respirationsmuskeln, auch durch Kontraktion des Spiralfadens. Hieran schliesst sich unmittelbar die Ausatmung der verbrauchten Luft, welche auf dieselbe Weise hinausgepresst wird, wie eingeatmete Luft in die Endverzweigungen getrieben wird. Rathke hat den ganzen Apparat, der die Atmungsbewegungen bei den Insekten zu besorgen hat, in einem nachgelassenen, nach seinem Tode gedruckten Manuskripte auseinandergesetzt. Es sind die härteren Teile des Hautskeletes, welche durch Muskeln gegeneinander bewegt werden und die Ausatmung (Exspiration) bewirken. Zu diesem Zwecke sind die seitlichen Verbindungshäute der Rücken- und Brustschilder, sowie zwischen den aufeinanderfolgenden Segmenten nachgiebig und der Ausdehnung fähig. Bei den Angehörigen der verschiedenen Insektenordnungen sind die Atembewegungen des Hinterleibes recht verschieden. Bei den meisten Käfern bewegt sich während der Atmung nur die weiche Rückenwand des Hinterleibes, indem sie sich abwechselnd hebt und senkt. Die hier in Wirksamkeit tretenden Muskeln sind sehr einfach, indem jeder bei der Atmung mitwirkende Leibesgürtel nur mit einem Paare versehen ist, welches an der Seitenwand desselben entspringt und sich an der Rückenschiene in der Nähe der weichen Haut inseriert. Am stärksten und häufigsten ist die Atembewegung bei solchen Käfern, welche, wie die Lamellicornier, blasige Erweiterungen der Tracheen besitzen. Bei den Dipteren (*Tabanus, Empis, Tipula, Musca*) werden meist nur die vorderen Bauchgürtel während der Respiration rhythmisch gegen die Rückenschienen hin angezogen und wieder von denselben entfernt, und zwar durch Muskeln, welche denen der Käfer ganz analog sind. Bei den Schaben (Blattidae) werden während der Atmung die oberen und unteren Hälften der Hinterleibsgürtel gegeneinander gezogen und wieder voneinander entfernt, und die Bewegung macht sich sowohl an der Unterseite wie an der Oberseite geltend.

Bei den Lepidopteren geht die Atmung über die ganze Länge des Hinterleibes hin vor sich. Bei den Libellen, wovon jeder sich leicht bei der Beobachtung einer grösseren Art, etwa einer *Aeschna*, überzeugen kann, wird die Atmung durch stetiges Aufsteigen der Bauchwand (nach Rathke 80 bis 90 mal in der Minute) bemerkbar; bei angestrengter Atmung werden auch die Seitenwände des Hinterleibes aus- und eingezogen. Bei den Hymenopteren (z. B. bei Wespen) werden die Hinterleibsringe in rascher Folge von hinten nach vorn eingezogen und wieder ausgezogen, wodurch die Atmung zustande kommt; hierbei wird die Einatmung und Ausatmung durch besondere Muskeln bewirkt.

Die Atmungsbewegungen sind unwillkürliche. Doch kann der Wille Einfluss auf die Atmung haben. Die Zahl der Atmungsbewegungen ist nach der Art des Insekts und dem körperlichen Befinden sehr verschieden. Sorg beobachtete beim Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) 20 bis 25 Kontraktionen in einer Minute, bei der grossen Laubheuschrecke (*Locusta viridissima*) 50 bis 55, beim Wolfsmilchschwärmer (*Deilephila euphorbiae*) nur 20, Burmeister bei Libellen 30 bis 35. Ueber die Beziehungen der Kontraktionen zu der Bewegung und Erregung der Insekten werden unten Mitteilungen gemacht.

Am ruhenden Insekt sind keine Kontraktionen des Brustkastens zu beobachten. Daraus schliesst Treviranus, dass die Stigmen und Tracheen dieses Körperteils hauptsächlich während des Fluges in Thätigkeit sind, was wegen der im Thorax enthaltenen Flugmuskeln ganz wahrscheinlich ist. Burmeister behauptet, dass der Hinterleib eines fliegenden Käfers ganz zusammengepresst ist. Bei den Larven, z. B. der Schmetterlinge, Käfer, Fliegen u. a., treten eigentliche Atembewegungen weniger in die Erscheinung. Der Atmungsprozess kommt jedoch durch Zusammenziehung, Verkürzung und Verlängerung, sowie durch seitliche Bewegungen zustande. Hauptsächlich beziehen sich diese Bewegungen auf die Locomotion, treten also ein, wenn die Larve sich fortbewegt. Daraus folgt, dass körperliche Bewegung auf die Atmung Einfluss hat.

Plateau schrieb über die Ausdehnung des Körpers vor und nach der Atmung. Barlow kam bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen zu folgenden Resultaten. Er stellte Untersuchungen an über die Atmungsbewegungen der Libellen, und zwar wie er sie erstens bei lebhafter Bewegung des Insekts, kurz nach dem Fluge, zweitens bei vollständiger Ruhe desselben, drittens bei dem verletzten (enthaupteten oder gequetschten) Insekt, viertens an abgelösten Teilen des Rumpfes und fünftens unter dem Einflusse von Galvanismus, von erhöhter oder erniedrigter Temperatur usw. wahrgenommen hat. Die Ergebnisse gleichen mehr oder weniger den an anderen Insekten und überhaupt an Tieren gewonnenen. Eine Libelle, welche während der Ruhe und bei gemässigter Temperatur 45 mal in der Minute geatmet hatte, zeigte bis 110 Atmungsbewegungen in

derselben Zeit, nachdem sie in Wasser gesetzt worden war, welches bis auf 100 Grad Fahr. erhitzt wurde. Ebenso erhöht sich je nach dem Grade der Einwirkung die Zahl der Atmungsbewegungen durch Bewegung des Körpers während des Fluges, durch den Einfluss von Galvanismus und mechanische Reize. Einwirkung von Galvanismus hatte eine Beschleunigung der Atmungsbewegungen von 30 auf 150 in der Minute zur Folge. Die Wegnahme des Kopfes vermindert die Häufigkeit und Stärke der Atmungsbewegungen. Zerquetschung des Kopfes oder eines Teiles des Hinterleibes machte meistens allen Atmungsbewegungen für eine gewisse Zeit ein Ende und schwächte sie überhaupt für die Dauer der übrigen Lebenszeit. Die Atmungsbewegungen der einzelnen Körpersegmente sind in gewissem Grade voneinander unabhängig.

Ebenso kam Contejean bei der Untersuchung von Heuschrecken (*Decticus verrucivorus*) zu dem Resultat, dass die Häufigkeit der Atmungsbewegungen mit der Lebhaftigkeit des Insekts wächst und durch Wärme und Erregung gesteigert wird, dass die Stärke der Bewegungen auch nach der Köpfung kaum abnimmt, und dass einzelne abgeschnittene Stücke des Hinterleibes für sich atmen.

Plateau untersuchte den Einfluss des Nervensystems auf die Atmung; darnach hat eine Reizung der Gehirnganglien eine Beschleunigung der Atmung, eine Zerstörung dieser Ganglien Unregelmässigkeiten in der Atmung zur Folge.

Jedes Segment des Insektenkörpers bildet ein Atmungszentrum, wie wir an verstümmelten Insekten beobachten können, denen Kopf und Hinterleib abgetrennt sind. Sowohl die Brust, wie der Hinterleib führen dann noch Atembewegungen aus. Langendorff weist sogar nach, dass Teile des Hinterleibes, welche nur $1^1/_2$ Ringen entsprechen, noch einige Zeit Atembewegungen zeigen.

* * *

Wenn Insekten längere Zeit zwangsweise in Wasser untergetaucht werden, so wird der Atmungsprozess unterbrochen und es tritt Scheintod oder wirklicher Tod ein.

Gewöhnlich erholen sich die Insekten wieder, wenn sie nach einiger Zeit aus dem Wasser genommen und aufs Trockene gebracht werden. Ameisen, welche acht Stunden im Wasser gelegen hatten, lebten ausserhalb desselben nach dreiviertel Stunden wieder auf, erholten sich aber erst eine halbe Stunde später wieder völlig (Lubbock, Ameisen, Bienen u. Wespen. 1883. S. 82). Devaux beobachtete eine Rückkehr zum Leben nach zweitägigem Untertauchen, und selbst, als er die Tiere 115 Stunden untergetaucht hielt, sah er nach mehreren Stunden schwache Bewegungen wieder auftreten; nach zwei Tagen aber starben die Insekten. Vermutlich findet bei den untergetauchten Tieren eine äussere Atmung infolge Gasaustausches mit der im Wasser enthaltenen Luft statt.

Wenn die Wasserinsekten längere Zeit unter Wasser getaucht bleiben, als sie sonst freiwillig thun, so ersticken sie. Bei einem untergetauchten *Acilius sulcatus* trat der Tod nach 24 Stunden ein, bei *Agabus bipustulatus* nach 6 Stunden und 10 Minuten, bei *Gyrinus natator* und *Notonecta glaucus* nach 3 Stunden (Plateau).

Bemerkenswert ist, dass Landinsekten viel länger unter dem Wasser aushalten als Wasserinsekten. Ein 50 Stunden und 30 Min. lang untergetauchter *Aphodius inquinatus* erholte sich nach 10 Stunden; ein ebenso lange der Luft entzogener Käfer starb jedoch. Eine 72 Stunden unter Wasser gehaltene *Agelastica alni* lebte nach 17 Stunden wieder auf, ein anderes Exemplar konnte aber eine Untertauchung von 79½ Stunden nicht ertragen. Es kommt hierbei wohl jedenfalls der Umstand in Betracht, dass den Landinsekten stets eine Quantität Luft anhaftet, namentlich unter den Flügeldecken, in Falten und Spalten des Körpers. Wie uns Devaux mitteilt, genügt einer Ameise eine sehr kleine Luftblase, welche dem Körper anhaftet, um noch sehr lange Widerstand zu leisten, so dass sie nach dem Untertauchen munter umherläuft. Wird hingegen der Körper der Ameise ganz benetzt und diese erst darnach untergetaucht, so erscheint sie bald leblos, ohne jedoch, wie Lubbocks Versuche zeigen, schon tot zu sein. Zahlreiche Beispiele finden sich bei Plateau. Nach diesem Forscher können die Landinsekten 3 bis 4 Tage im Wasser aushalten, ohne zu sterben.

* * *

Das Bedürfnis der Insekten nach frischer Luft scheint je nach der Gruppe oder Art ein sehr verschiedenes zu sein. Im Erdboden, in Holz, in faulenden Stoffen lebende Larven haben meist wenig oder keine Aussicht, reine Luft einzuatmen, und doch entwickeln sie sich vorzüglich. In Mulm lebende Larven können in einem mit einem Glasstöpsel dicht verschlossenen Glase mehrere Monate und sogar ein Jahr lang aushalten, ohne dass jemals frische Luft zugelassen wird. Auch grosse entwickelte, in einem dicht verschlossenen Glase aufbewahrte Insekten können tagelang darin leben; sterben sie endlich, so ist nicht leicht zu entscheiden, ob sie durch Hunger oder an Luftmangel gestorben sind. Nach unseren Begriffen ist schlechte Luft für Insekten also noch atembar, obgleich diese ein sehr reges Atembedürfnis haben. Giftige Gase bringen ihnen aber baldigst den Tod.

Stickgas, Kohlensäure, Hydrogen, Schwefelwasserstoff und Chlor wirken auf Insekten ebenso wie auf höhere Tiere. Schwefelwasserstoff und Chlor wirken sehr schnell und letal. Ferner erwiesen sich von Dämpfen Ammoniakdämpfe, Salpetersäure, Campher, Terpentinöl und Blausäure tötlich, jedoch in verschiedener Schnelligkeit. (Davy.) Wie Burmeister mitteilt, stirbt ein Käfer innerhalb einer halben Stunde, wenn er in ein Gefäss gesetzt wird, dessen Luft mit Spiritus-

dämpfen geschwängert ist. Auffallend ist es jedoch, dass Coleopteren mehrere Stunden, sogar einen Tag lang, in Spiritus liegen können, ohne dass sie in Gefahr sind, infolgedessen zu sterben; denn sie leben bald wieder auf, wenn sie herausgenommen werden. Sogar hochprozentiger Alkohol schadet ihnen nicht. Olga Poletajew erzählt in den Horae Soc. Ent. Ross. Vol. 15. 1880. S. 447, dass sie Odonatenlarven abends in 90prozentigen Spiritus vini gesetzt habe, und dass diese noch am anderen Morgen lebten. Die Beobachterin schliesst daraus, dass Insekten auch ohne zu atmen eine zeitlang lebend zubringen können.

Viele Insekten scheinen die freie heitre Atmosphäre vorzuziehen, während andere (namentlich Larven) an dumpfen oder mit schlechten Gasen geschwängerten Orten sehr gut fortkommen. Untersuchungen über das Verhalten der Insekten gegen die umgebenden Luftarten sind noch sehr wenig angestellt.

Eigentümlich ist die Atmungsweise solcher Larven, welche in der Bauchhöhle anderer Insekten schmarotzen. Dufour untersuchte in dieser Beziehung verschiedene Insekten, in welchen Dipterenlarven lebten. So macht *Ocyptera bicolor* ihre Verwandlung im Leibe einer Wanze, *Pentatoma punctipennis*, durch. Dabei hält die schmarotzende Larve ihren Körper so, dass ihre am Körperende befindlichen Stigmen an ein Stigma des Wohntieres gedrückt werden. In einem anderen Falle wurde beobachtet, dass eine in der Bauchhöhle von *Andrena aterrima* (Blumenwespe) lebende Dipterenlarve ihre Atemlöcher an einen der beiden grossen Luftsäcke dieser Bienen angeheftet hatte. Die Larve einer *Hyalomyia*, welche sich in der Bauchhöhle eines Rüsselkäfers (*Brachyderes lusitanicus*) entwickelt, nimmt mit ihrem hinteren, zwei Stigmen tragenden Körperende ein Stigma des Käfers ein und atmet auf diesem Wege atmosphärische Luft ein. Auch Orthopteren (*Oedipoda*), Dipteren usw. werden von solchen findigen Larven bewohnt.

Die in der Haut von Säugetieren Geschwüre erzeugenden Maden der Biesfliegen (*Hypoderma*) stecken in entsprechender Weise das Hinterleibsende mit den beiden Stigmen aus dem Geschwür hervor. Vergl. S. 502.

Nicht mit dem Atembedürfnis während des Fluges, sondern mit der Flugfähigkeit hängt es zusammen, wenn schwere Käfer vor dem Auffliegen mit Anstrengung Luft einpumpen. Dies geschieht, um die Luftbehälter (S. 494—495) mit Luft zu füllen und den Körper auf diese Weise spezifisch leichter zu machen, so dass es einem schweren Insekt möglich ist, natürlich auch mit Hilfe der Flügel, sich in der Luft zu halten. Der Vorgang ist folgender. Wenn ein ruhender Käfer sich zum Fluge anschickt, so atmet er stärker als gewöhnlich, er füllt seine Luftröhren und Luftsäcke prall mit Luft an. Isenschmid beobachtete an *Dytiscus marginalis*, dass

dabei der After etwas vorgestreckt war und die Flügeldecken auseinanderklafften. Gleichzeitig liess der Käfer ein lautes Summen vernehmen, wie dasselbe von Brischke schon bei *Acilius sulcatus* beobachtet war.

Burmeister hatte einem Maikäfer (*Melolontha*) die Flügeldecken zur Hälfte abgeschnitten. Als der Käfer sich zum Fluge anschicken wollte und seine Tracheen und Luftsäcke mit Luft vollpumpte, wurden seine Anstrengungen immer lebhafter. Er bewegte sich mit dem ganzen Körper gleichsam fieberhaft, der Kopf trat weit hervor und zog sich wieder zurück, ebenso entfernten sich der Pro- und der Mesothorax voneinander, sich alsdann wieder nähernd; endlich stand auch die Kloakenklappe weit auf, und er schien sich während der heftigen Atmung zu bängen, als wollte er sich einer beschwerlichen Last entledigen. Aber seine Anstrengungen fruchteten nichts; denn er konnte nicht auffliegen, weil ihm die Flügeldecken verkürzt waren.

Litteratur über die Atmung.

Boyle, R., New Pneumatical Experiments about Respiration. (Philos. Transact. 1670. Vol. 5. Nr. 63. S. 2051—2056.)

Bonnet, Ch., Recherches sur la Respiration des Chenilles. (Mém. Math. des Savants étrangers, Paris. 1768. Vol. 5. S. 276—303.) Von Goeze ins Deutsche übersetzt, 1774.

Hausmann, J. F. L., De animalium exsanguinum respiratione commentatio. Hannover, 1803. 4⁰. VI u. 70 S.

Spallanzani, L., Memoirs on respiration. London, 1804.

Sorg, F. L. A. W., Disquisitiones physiologicae circa respirationem insectorum et vermium. Rudolstadt, 1805. Part. II. 146 S.

Nitzsch, C. L., Commentatio de respiratione animalium. Vitebergae, 1808. 4⁰. 56 S.

— —, Ueber das Atmen der Hydrophilen. (Reil's Archiv f. Physiologie. 1811. 10. Bd. S. 440—458.)

Reimarus, J. A. H., Ueber das Atmen, besonders über das Atmen der Vögel und Insekten. (Reil u. Autenrieth, Archiv. f. Physiologie. 1812. Bd. 11. S. 229—236.)

Treviranus, G. R., Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur, für Naturforscher und Aerzte. 6 Bände. Göttingen, 1802—1822. (Atmung der Insekten in Bd. 4.)

—, —, Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. 2 Bände. Bremen, 1831—1833. (Atmung der Insekten in Bd. 1.)

—, —, Versuche über das Atemholen der niederen Tiere. (Zeitschrift f. d. Physiologie, von F. Tiedemann, G. R. u. L. C. Treviranus. 1832. Bd. 4. S. 1—39.)

Dutrochet, R. J. H., Du mécanisme de la respiration des Insectes. (Ann. d. Scienc. natur. 1833. T. 28. S. 31—44. — Mém. Acad. Sc. Paris. 1838. T. 14. S. 81—93.)

Newport, G., On the Respiration of Insects. (Philosoph. Transact. 1836. T. 126. S. 529—566.)

Dufour, L., Anatomie de la Ranatre linéaire et de la Nèpe cendrée. (Annal. génér. d. Scienc. phys. Bruxelles. 1821. T. 7. S. 194—213. Mit 1 Taf.)

—, —, Mémoire pour servir à l'histoire du genre *Ocyptera*. (Annal. Scienc. natur. 1827. T. 10. S. 248—261. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches sur quelques entozoaires et larves parasites des insectes Orthoptères et Hyménoptères. (Annal. Scienc. natur. Zool. Sér. 2. 1836. T. 6. S. 55; Sér. 2. 1837. T. 7. S. 5—20.)

—, —, Note sur le parasitisme. (Compt. rend. Acad. sc. Paris, 1851. T. 33. S. 135—139. — Rev. a. Mag. de Zool. 1851. S. 408—412. — Schaum's Bericht f. 1851. S. 10.)

Coquerel, Ch., Note pour servir à l'histoire de l'*Aëpus robini*. (Annal. Soc. Ent. France. 2. Sér. 1850. Vol. 8. S. 529—532.)

Davy, J., On the effects of certain agents on insects. (Transact. Entom. Soc. London. 1851. S. 195—212.)

Barlow, W. F., Observations of the respiratory movements of Insects. (Philosoph. Transact. of the Royal Soc. of London. Vol. 145. 1855. S. 139—148; — Bericht v. Gerstäcker f. 1856. S. 14.)

Rathke, H., Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Atmungsprozess der Insekten. Mit 1 Taf. (Schriften d. k. phys.-ökon. Ges. Königsberg. 1. Jahrg. 1860. S. 99—138.)

Lubbock, J., On two aquatic Hymenoptera, one of which uses its wings in swimming. (Transact. Linn. Soc. Vol. 24. 1863. S. 135—142. Mit 1 Taf.)

Lambrecht, A., Das Atmungsgeschäft der Bienen. (Bienenwirtschaftl. Centralblatt. 7. Jahrg. 1871. S. 20—25.)

—, —, Luftverbrauch eines Biens und die damit zusammenhängenden Lebensprozesse der Glieder desselben. (Ebenda. 1871. S. 115—120.)

Monnier, Sur la rôle des organes respiratoires chez les larves aquatiques. (Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 74. 1872. S. 235.)

Liebe, Otto, Ueber die Respiration der Tracheaten, besonders über den Mechanismus derselben und über die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure. Inaug.-Diss. Chemnitz, 1872. 28 S.

Bütschli, O., Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffwechsels, insbesondere die Respiration bei den Insekten. (Reichert und du Bois-Reymond's Archiv f. Anatomie. 1874. S. 348—361.)

Ritsema Cz., C., *Acentropus niveus* Oliv., in zijne levenswijze en verschillende toestanden. Mit 2 Taf. (Tijdschr. voor Entom. 1876. XXI. — Separat. 34 S.)

Pott, Rob., Chemical Experiments on the Respiration of Insects. (Psyche, Vol. 2. 1878. Nr. 47.)

Sharp, D., Observations on the Respiratory Action of the carnivorous Water-Beetles. (Journ. of the Linn. Soc. XIII. Zoology. 1878. Nr. 67. S. 161—183. — Bertkau, Bericht f. 1877/78. S. 213—214.)

Krancher, O., Das Atmen der Biene. (Deutscher Bienenfreund. 16. Jahrg. 1880. S. 49—51.)

Gissler, C. F., Sub-elytral Air-passages in Coleoptera. (Proceed. Americ. Assoc. f. Advant. of Sc. 29. Meet. (1880) 1881. S. 667—669.)

Langendorff, O., Studien über die Innervation der Atembewegungen. 6. Das Atmungszentrum der Insekten. (Archiv. f. Anatomie u. Physiol., Physiol. Abteil. 1883. S. 80—87.)

Macloskie, G., Pneumatic functions of Insects. (Psyche. Vol. 3. 1883. S. 375—378.)

Plateau, F., Recherches physico-chimiques sur les articulés aquatiques. 2. Teil. (Bullet. Acad. Roy. Belg. 2. Sér. Vol. XXXIV. 1872. S. 271—321.)

—. —, Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des Insectes. (Mém. Acad. Belg. 1884. T. 45. 219 S., 7 Taf. u. 56 Fig.)

Chalande, J., Recherches sur le mécanisme de la respiration chez les Myriopodes. (Compt. Rend. Acad. Scienc. Paris. T. 104. 1887. S. 126—127.)

Comstock, J. H., Note on respiration of Aquatic Bugs. (American Naturalist. 1887. Vol. 21. S. 577—578.)

Fricken, W. v., Ueber Entwicklung, Atmung und Lebensweise der Gattung *Hydrophilus*. (Tagebl. 60. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte. 1887. S. 114—115.)

Schmidt, E., Ueber Atmung der Larven und Puppen von *Donacia crassipes*. (Berlin. Ent. Zeitschr. 1887. 31. Jahrg. S. 325—334. Mit 1 Taf.)

Dewitz, H., Entnehmen die Larven der Donacien vermittelst Stigmen oder Atemröhren den Lufträumen der Pflanzen die sauerstoffhaltige Luft? (Ebenda. 1888. 32. Jahrg. S. 5—6. Mit Fig.)

Plateau, F., Recherches physico-chimiques sur les Articulés aquatiques.
I. Part. Action de sels en dissolution dans l'eau. — Influence de l'eau de mer sur les articulés aquatiques d'eau douce. — Influence de l'eau douce sur les Crustacés marines. (Mém. cour. et Mém. d. savants étrang. de Belgique. T. 36. 1871. 68 S.)
II. Part. Résistance à l'asphyxie par submersion, action du froid, action de la chaleur, temperature maximum. (Bull. Acad. roy. de Belgique. 2. Sér. T. 34. 1872. S. 271—321.)

(Auszug: Physikalisch-chemische Untersuchungen über Wasser-Articulaten, in: Naturforscher von Sklarek. 6. Jahrg. 1873. S. 124—125.)

Plateau, F., Les Myriopodes marins et la résistance des Arthropodes à respiration aërienne à la submersion. (Journ. de l'anatomie et de la physiologie. 1890. XXVI. S. 236—269. — Bericht v. Bertkau f. 1890. S. 19.)

Müller, G. W., Ueber *Agriotypus armatus*. (Spengel's Zoolog. Jahrbücher. Abt. f. Systematik etc. 4. Bd. 1889. S. 1132—1134.)

Müller, G. W., Noch einmal *Agriotypus armatus*. (Ebenda. 5. Bd 1890. S. 689—691.)

Contejean, C., Ueber die Atemerscheinungen des *Decticus verrucivorus*. (Bericht über die wissenschaftl. Leistungen auf d. Geb. der Arthropoden f. 1890, v. Bertkau. S. 99. — Aus Compt. rend. Acad. Paris. CXI. S. 361—363.)

Dewitz, H., (Abhandlung S. 507).

Devaux, H., Vom Ersticken durch Ertrinken bei den Tieren und Pflanzen. (Naturwiss. Rundschau. 6. Jahrg. 1891. S. 231. — Aus: Compt. rend. Soc. de Biol. 1891. Sér. 9. T. III. S. 43.)

Atmung durch Stigmen bei Wasserinsekten.

Die Atmung vermittelst besonderer Oeffnungen an der Aussenwandung der Körperhaut, nämlich der Stigmen, ist nur in der Luft möglich. Im Wasser lebende Insekten oder Insektenlarven kommen demgemäss, wenn sie Stigmen besitzen, von Zeit zu Zeit an die Oberfläche, um den Luftaustausch, die Atmung, zu vollziehen, und bringen die Stigmen in Verbindung mit der Luft. Besitzen sie keine Stigmen, so bleiben sie auch während der Atmung im Wasser; denn ihre Atmungsorgane sind in diesem Falle umgebildet.

Es sind darnach zwei Kategorien von wasserbewohnenden Insekten und Insektenlarven zu unterscheiden:

1. die an der Luft atmenden, weil mit Stigmen ausgestatteten Insekten und Insektenlarven;
2. die im Wasser, und zwar durch die Körperhaut oder durch Fortsätze derselben (Kiemen) atmenden Larven.

Wir betrachten zuerst die durch Stigmen atmenden Wasserinsekten. Es sind hauptsächlich Käfer (Dytisciden, Gyriniden, Hydrophiliden, Parniden etc.), dann Wasserwanzen und einige andere Insekten. Ueber die Atmung derjenigen im Wasser lebenden Insektenlarven, welche durch Stigmen (und Kiemen) atmen und in diesem Kapitel nicht erwähnt werden, werden Mitteilungen in den folgenden Kapiteln (S. 522 ff. und 525 ff.) gefunden.

Die Schwimmkäfer (Dytiscidae) kommen, um zu atmen, an die Oberfläche des Wassers, so dass die Hinterleibsspitze daraus hervorsieht, während der Kopf senkrecht nach unten gerichtet ist. Dabei werden die Flügeldecken, welche ringsum, auch an der Spitze, dem Hinterleibe luftdicht angepasst sind, etwas gelüftet, so dass Luft in den Raum zwischen den Flügeldecken und dem Rücken des Hinterleibes eindringen kann. Mit diesem Luftvorrat, der nicht entweichen kann, steigt der Käfer wieder in das Wasser hinab. Die mitgenommene Luft wird durch die an den Seiten des Hinterleibes innerhalb des Flügeldeckenrandes befindlichen Luftlöcher allmählich eingeatmet. Nach einiger Zeit ist der Luftvorrat verbraucht und wird wieder in

derselben Weise ersetzt. Oft erheben sich die Käfer aus dem Wasser und fliegen in der Luft umher; alsdann haben sie nicht nötig, sich einen Luftvorrat zu beschaffen. Es ist beachtenswert, dass diejenigen Wasserinsekten, welche die zur Einatmung nötige Luft an der Oberfläche des Wassers von aussen einnehmen, befähigt sind, längere Zeit ausserhalb des Wassers zuzubringen. Wir treffen grössere Schwimmkäfer, z. B. Arten von *Dytiscus* und *Cybister*, sowie *Hydrophilus*-Arten nicht selten weit entfernt vom Wasser an. Ein in ein leeres Kästchen gesetzter *Dytiscus* bleibt einige Tage am Leben. Ueber die Atmung der Larven siehe S. 524.

In abweichender Weise sorgen die stammverwandten Tummelkäfer (Gyrinidae) für ihr Atmungsbedürfnis. Während sie auf dem Wasser ihre Kreise ziehen, hat die Luft natürlich direkten Zutritt zu den Stigmen. Anders verhält es sich, wenn sie sich in der Tiefe des Wassers aufhalten. Da ein dichter Abschluss zwischen den Flügeldecken und dem Hinterleibe nicht möglich ist, weil jene am Ende breit abgestutzt sind und die Hinterleibsspitze frei vorsteht, so wird die Mitnahme eines Luftvorrats für den Aufenthalt in der Tiefe auf andere Weise bewerkstelligt. Sobald der Käfer untertaucht, um sich in die Tiefe des Wassers zu begeben, folgt ihm eine die fein behaarte Hinterleibsspitze umgebende Luftblase, welche mit der unter den Flügeldecken befindlichen Luft in Verbindung steht. Diese Luftblase wird, wie Schiödte beobachtete, beim Atmen zusammengezogen und erweitert. Sobald die mitgenommene Luft verbraucht ist, steigt der Käfer wieder an die Oberfläche des Wassers.

Andere Wasserinsekten, z. B. die Wasserkäfer (Hydrophilidae), haben ein dichtes und kurzes Haarkleid, welches unter Wasser als Reservoir für eine an der Oberfläche des Wassers eingelassene Luftschicht dient. Eine solche Luftschicht bildet sich an der Bauchseite, welche im Wasser alsdann silberglänzend erscheint, und giebt allmählich an die den Bauchrändern benachbarten Stigmen Luft ab. Die Wasserkäfer (*Hydrophilus* und Verwandte) schöpfen zu diesem Zwecke vermittelst der Fühlhörner Luft an die Bauchseite. Der Käfer kommt mit dem Kopfe an den Wasserspiegel und hält die Keule eines der beiden Fühler so, dass der Grundteil der Keule die Luft, ihre Spitze aber die Brust berührt. Die Fühler sind mit feinen Härchen, die ganze Unterseite der Brust und des Hinterleibes mit seidenartigen Härchen bekleidet. Die äussere Luft tritt nun vermittelst der Fühler mit der Unterseite des Körpers in Verbindung, lagert sich hier als silberglänzende Schicht ab und kann leicht an die Stigmen gelangen. (Nitzsch, v. Fricken.) Das seidenartige Haarkleid der Arten von *Donacia* (Rohrkäfer) an der Unterseite des Körpers und von *Parnus*, einer Gattung der Parniden, welche am Rande von Gewässern und innerhalb derselben leben und auch oberseits behaart sind, hat keinen anderen Zweck als Luft anzusammeln.

Gleich den Wasserkäfern haben auch die verschiedenen Wasserwanzen verschiedenartige Gewohnheiten in der Aufnahme von Atemluft.

Bei den riesigen Arten der Gattung *Belostoma* sind die Seiten des Hinterleibes mit dichter, filziger Behaarung bekleidet, welche die Luftlöcher dicht umgiebt und zum Teil bedeckt, so dass diese stets mit einer der Haarbekleidung anhaftenden Luftschicht kommunizieren. (Gerstaecker.)

Der Rückenschwimmer, *Notonecta glaucus*, eine Wasserwanze, kommt an den Wasserspiegel und lässt Luft an die behaarte Bauchseite und unter die Flügeldecken treten und steigt wieder in die Tiefe des Wassers hinab.

Die Arten von *Nepa* und *Ranatra* haben ausser einigen siebförmigen Stigmen an den Seiten des Körpers ein offenes Stigmenpaar an der Spitze des Hinterleibes, dessen borstenförmige Anhänge zusammen ein Rohr bilden. Dieses Rohr steht am Grunde mit dem letzten Stigmenpaar in Verbindung und wird zum Zwecke der Atmung an die Oberfläche des Wassers gebracht. Es genügt, dass die Spitze des Rohres den Spiegel desselben berührt, so dass die Wanze an seichten Stellen, z. B. in der Nähe des Ufers, ihrer Nahrung nachgehen und mit der hochgehobenen Atemröhre Luft schöpfen kann.

Ebenfalls absonderlich ist die Art und Weise, wie sich die durch Stigmen atmende Larve und Puppe einer Schlupfwespe, *Agriotypus armatus*, welche in den im Wasser lebenden Larven von Wassermotten (*Trichostoma picicorne*, *Silo pallipes* und *Silo piceus*) schmarotzt, die nötige Luft zum Atmen verschaffen. Die weibliche Schlupfwespe steigt in das Wasser hinab und verweilt zehn Minuten und länger in demselben, bis sie ihre Eier an die in Gehäusen befindlichen Larven obiger Wassermotten abgesetzt hat. Später wird ein langer riemenartiger Fortsatz an den Gehäusen bemerkt, deren Insasse von der Schlupfwespe befallen ist. Dieser Fortsatz ist oft fünfmal so lang als die Larve und ragt zwischen der Mündung und den dieselbe verschliessenden Steinchen frei vor. Der Riemen geht aus dem lederartigen Deckel hervor, welchen die Larve der Schlupfwespe anfertigt. Deckel und Riemen bestehen aus einem dichten Gewebe. Der Riemen ist für das Fortkommen und die weitere Entwicklung der Schlupfwespenlarve notwendig, doch kann sich diese ohne den Riemen bis zur vollständigen Ausbildung der Nymphe am Leben erhalten; eine Entwicklung bis zum ausgebildeten Insekt findet dann aber nicht statt, weil die Nymphe, obgleich vollständig ausgebildet, stirbt. Daraus geht ohne Zweifel hervor, dass der riemenartige Fortsatz der Nymphe zum Atmen dient. Die Dauer des Aufenthalts der Schlupfwespe als Larve, Puppe und Imago in dem Gehäuse der Wassermotten beläuft sich auf sechs Monate. Vergl. G. W. Müller.

Auch gewisse minutiöse Hymenopteren aus der Familie der Mymariden halten sich zuweilen im Wasser auf, in welchem sie umherschwimmen (S. 245). Es sind zwei Arten. Die eine, *Polynema*

natans, kann, ohne Kiemen zu besitzen und ohne eine Luftblase mit sich zu führen, zwölf Stunden lang unter Wasser bleiben, in welchem sie vermittelst ihrer Flügel schwimmt. Die andere Art, *Prestwichia aquatica*, hält die Flügel unter Wasser still und bewegt sich sehr behende mit den Beinen, obgleich diese nicht bewimpert sind. (Lubbock, Transact. Linn. Soc. London. Vol. 24. 1863. S. 135 ff.) Ob diese Insekten mit Hülfe der lang bewimperten schmalen Flügel eine Quantität Luft unter das Wasser mitnehmen, wie Westwood (ebenda. 2. Ser. Vol. 1. 1879. S. 584.) vermutet, scheint noch nicht beobachtet zu sein.

Gleich der erwähnten Schlupfwespe (*Agriotypus armatus*), welche sich zum Zwecke der Eiablage eine zeitlang unter dem Wasser aufhält, steigen auch manche Wasserjungfern, z. B. Arten von *Lestes*, zu demselben Zwecke an Pflanzen in das Wasser hinab, um einige Zeit darin zu verweilen. (v. Siebold, Arch. f. Naturgesch. 1841. S. 205.)

Das kurzflüglige Weibchen von *Acentropus*, einem kleinen Lepidopteron, hält sich gleichfalls zeitweise unter Wasser auf (Disque, Stett. Entom. Zeit. 1890. S. 57). Es sitzt hier an den Pflanzen und bewegt beständig seine Flügelstummeln. Zur Begattung begiebt sich auch das Männchen ins Wasser. Die Raupe lebt unter dem Wasser in einem leichten Gespinst oder frei an Blättern. Die Verpuppung findet metertief im Wasser statt. Wie in allen drei Lebensstadien die Atmung vonstatten geht, ist unbekannt.

Wenn die Trichopteren die Nymphenhülle verlassen, was nur im Wasser stattfindet, so steigen sie zur Oberfläche empor, bewegen sich sogar noch schwimmend umher und begeben sich erst dann in den Luftraum (S. 245). Dagegen steigen die Nymphen der Wasserjungfern und die Pseudoimagines der Eintagsfliegen ans Land, und das Ausschlüpfen findet stets in der Luft statt.

Es giebt eine merkwürdige Gruppe von Käfern, deren Larven im Wasser leben und durch Stigmen atmen, aber dennoch nicht an die Oberfläche des Wassers kommen, sondern unter Wasser atmen. Es sind die Donacien oder Rohrkäfer (*Donacia* und *Haemonia*). Die Larven leben an den Wurzeln von Wasserpflanzen. Ihre Atmung geht unter eigentümlichen Umständen vor sich. Sie besitzen zwei sichelförmige Hörnchen an der Rückenseite des achten Hinterleibsringes. Am Grunde jedes Hörnchens ist ein Stigma sichtbar. Die beiden Hörnchen werden bis zum Grunde in die Pflanzenwurzeln geschoben, und durch die so gemachte Oeffnung wird vermittelst der beiden Stigmen der Luftbedarf aus den Luftgängen der Pflanzenwurzeln entnommen. (v. Siebold, H. Dewitz.) — Die Puppengehäuse derselben Käfergattungen befinden sich gleichfalls an den Wurzeln von Wasserpflanzen. Sie sind mit einer Seite an die Pflanzenwurzeln angeklebt und hier mit einer Oeffnung versehen, welche auf eine von den Larven ausgefressene Oeffnung an der Pflanze passt. Das Gehäuse wird nur von aussen von Wasser umspült; dieses kann

nicht in dasselbe eindringen. Vielmehr ist das Gehäuse mit Luft erfüllt, welche aus dem Pflanzengewebe durch die Oeffnung in jenes eindringt und der Puppe zur Atmung dient. (E. Schmidt.)

Auch die Verwandlung der *Paraponyx stratiotata*, eines Schmetterlings, findet unter Wasser statt. Das Puppengehäuse ist gleichfalls mit Luft erfüllt. (De Geer.)

Merkwürdig ist die Lebensweise und die Luftversorgung der Arten von *Aëpus*, einer Gattung der Laufkäfer (Carabidae), deren Angehörige bekanntlich auf dem Lande leben. Die zwei europäischen Arten dieser Gattung, *marinus* Ström (= *fulvescens* Sam.) und *robini* Laboulb. (= *fulvescens* Brullé), bewohnen die Küste des Meeres bei Frankreich, England, Irland und Dänemark. Die kleinen Käferchen halten sich unmittelbar am Wasser unter Steinen oder in Spalten von Felsen auf, und zwar stets hinter der Flutlinie. Wenn die Flut steigt, bleiben sie an ihrem Wohnplatze und befinden sich auf diese Weise stundenlang ziemlich tief unten im Wasser. Obgleich ein solcher Käfer nicht für ein Leben unter Wasser geschaffen zu sein scheint, so ist er doch imstande, hier zu atmen; denn er nimmt einen Vorrat an Luft mit sich, welcher sich zwischen den seinen Körper ganz bedeckenden Haaren hält. Audouin, der diese Beobachtungen angestellt und verzeichnet hat, liess den Käfer unmittelbar aus der Luft in ein mit Seewasser gefülltes Glas gleiten; aber zwischen den Haaren des Käfers hielten sich kleine Luftblasen, welche sich bald vereinigten, so dass eine einzige Luftschicht den Körper umgab. Diese Luftschicht blieb an dem Körper des Käfers haften, obgleich derselbe sich hin und her bewegte, bald auf dem Grunde, bald an den Wänden des Gefässes laufend. (Nouv. Annal. du Muséum d'Hist. nat. 1833. T. 3. S. 117—127.) — Coquerel erweiterte diese Beobachtungen; er fand, dass die Käferchen im Wasser in einen scheintodähnlichen Zustand (torpeur) verfallen, sobald der Luftvorrat verbraucht ist. Er hielt einige Käfer 18 Stunden lang in einem Glase mit Seewasser, und sie schienen leblos zu sein. Nachdem er sie aber aus dem Wasser genommen hatte und auf einem Blatt Papier der Sonne aussetzte, bewegten sie sich nach einigen Minuten wieder und liefen sogleich davon. Aktiv sind die Käfer nur während der Ebbe. Auch auf Madeira an der Küste des atlantischen Ozeans kommt eine *Aëpus*-Art vor. — Von anderen Carabiden wird *Carabus nodulosus* zuweilen (fusstief) im Wasser watend beobachtet. (Schaum, Naturgesch. d. Ins. Deutschlands. Coleoptera. I. S. 125.)

Unter gleichen Verhältnissen, wie *Aëpus*, kommt an Frankreichs Küste (île de Ré) eine kleine Wanze (*Aëpophilus bonnairei*) vor. Sie findet sich weit hinter der Flutlinie tief im Boden unter Steinen. (Signoret, Annal. Soc. Ent. France. 5. Sér. 1879. S. 9. Bull. S. LXXIII — LXXIV.)

In Gesellschaft von *Aëpus* wurde ein kleiner Kurzdeckkäfer (*Micralymma marinum* Ström = *brevipenne* Gyll.) am Ozean bei Calvados und Le Havre in Felsenritzen, welche während der Flut unter Wasser stehen, gefunden (Aubé, Annal. Soc. Ent. France. 4. Sér. 1863. T. 3. Bull. S. XXXVI.)

* * *

Insekten, welche im Wasser leben und von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kommen, um durch ihre Stigmen neue Luft einzuatmen, unterbrechen im Wasser keineswegs die Atmung, denn sie verbrauchen den mitgenommenen Luftvorrat (S. 516 ff.). Gewöhnlich kamen die Insekten stets nach einigen oder mehreren Minuten wieder an die Oberfläche, um hier einige Sekunden behufs Lufteinnahme zu verweilen, dann wieder in die Tiefe zu steigen und demnächst dasselbe von neuem zu thun.

Der englische Entomologe D. Sharp beobachtete eine grössere Anzahl von Schwimmkäfern (Dytisciden) in dieser Hinsicht und zu dem Zwecke, die Zeit festzustellen, welche der Schwimmkäfer in der Tiefe des Wassers und dann am Wasserspiegel zubringt, und ferner um zu erfahren, wie die Zeit, welche ihn an die Oberfläche fesselt, um Luft zu schöpfen, sich zu der Zeit verhält, während welcher er sich am Grunde des Wassers aufhält.

Pelobius hermanni erscheint alle $21^3/_4$ Minuten an der Oberfläche, wo er 1 bis 20 Sekunden, gewöhnlich 3 Sekunden, verweilt. Die Zeit, welche er an der Luft zubringt, verhält sich zu der am Boden zugebrachten Zeit wie 1 : 375.

Hydrovatus clypealis kam in 370 Minuten 7 mal an die Oberfläche; die extremsten Fälle der Zeitdauer, welche zwischen zwei Inspirationen lag, betrugen 6 und 100 Minuten. Die Art verweilte an der Oberfläche 1 bis 20 Sekunden.

Hyphydrus ovatus kam innerhalb $14^1/_6$ Minute einmal zum Atemholen an die Oberfläche, wo er 1 bis 25 Sekunden verweilte. Verhältnis: 1 : 111,5.

Hydroporus inaequalis kam in 30 Minuten einmal an die Oberfläche. Verhältnis: 1 : 360.

Hydroporus pictus wechselte alle $30^2/_3$ Minuten und verweilte nur 2 Sekunden an der Oberfläche. Verhältnis: 1 : 1577.

Hydroporus gyllenhali erneuerte die Luft alle 12 Minuten und brauchte dazu 1 bis 32 Sekunden. Verhältnis: $1 : 97^1/_4$.

Der nur wenig beobachtete *Hydroporus elegans* scheint gleichfalls nur selten und sehr rasch den nötigen Bedarf an Luft zu erneuern.

Hydroporus 12-pustulatus verhält sich ähnlich.

Noterus sparsus wechselte alle $10^1/_2$ Minute und verweilte 1 bis 22 Sekunden an der Oberfläche. Verhältnis: $1 : 76^1/_3$.

Laccophilus obscurus stieg durchschnittlich alle $6^2/_3$ Minuten an die Oberfläche und verweilte dort $40^2/_3$ Sekunden. Verhältnis: $1 : 9^5/_6$.

Ilybius fuliginosus verweilte oft lange (einmal 40 Minuten) ohne Bewegung an der Oberfläche.

Agabus bipustulatus wechselte durchschnittlich alle $13\frac{1}{3}$ Minute und blieb $47\frac{2}{3}$ Sekunden an der Oberfläche (8 bis 150 Sekunden). Verhältnis: 1 : 19,1.

Acilius sulcatus kam alle $2\frac{3}{4}$ Minuten zum Luftholen an die Oberfläche und blieb hier $12\frac{1}{4}$ Sekunde; der grösste Zeitraum zwischen zwei Respirationen betrug 6 Minuten und die längste Respiration dauerte 50 Sekunden. Verhältnis: 1 : $13\frac{2}{3}$.

Acilius fasciatus kam weit seltener (alle $25\frac{3}{4}$ Minuten), blieb aber länger (durchschnittlich 70 Sekunden). Verhältnis: 1 : $22\frac{1}{4}$.

Dytiscus marginalis atmete alle $8\frac{1}{3}$ Minute, 54 Sekunden lang. Verhältnis: 1 : $9\frac{1}{3}$; das Weibchen weniger, 1 : $13\frac{4}{5}$.

Auch bei anderen Arten war die Atmung der Männchen reger als die der Weibchen.

* * *

Zu diesem Abschnitt gehörige Litteratur siehe S. 513—516.

Das geschlossene oder teilweise geschlossene Tracheensystem.

Viele wasserbewohnende Insektenlarven haben ein sogenanntes geschlossenes Tracheensystem, d. h. sie besitzen keine Stigmen, oder die Stigmen sind nicht offen. Die Längsstämme des Tracheensystems sind vorhanden und bei manchen der in diese Betrachtung fallenden Insekten mit derjenigen Stelle der Körperhaut, wo die Stigmen sitzen würden, oder wo diese wirklich durch einen Punkt angedeutet sind, durch je einen Strang verbunden. Palmén hält diese fadenförmigen, luftleeren Stränge (Fig. 292, S. 525) für angelegte, aber während des Larvenlebens nicht zur vollständigen Entwicklung gelangte Tracheenäste, wie sie in ausgebildeter Form als „Stigmenäste“ (S. 494) sich bei den mit Stigmen versehenen Insekten finden.

Statt durch Stigmen atmen diese Larven durch Tracheenkiemen (siehe im folgenden Abschnitt), Blutkiemen oder die zarte Körperhaut.

Es sind hauptsächlich die Larven der Wassermotten (Trichoptera), Frühlingsfliegen (Perlidae), Eintagsfliegen (Ephemeridae), mancher Zweiflügler oder Dipteren (*Corethra*, *Chironomus* u. a.), einiger Hymenopteren (*Microgaster*), vereinzelter Schmetterlinge (*Paraponyx*) und weniger Käfer (*Gyrinus*, *Pelobius*, *Cnemidotus*, junge Larven von *Elmis*), deren Tracheensystem geschlossen ist.

Die entwickelten Insekten, die Imagines, besitzen alle ein offenes Tracheensystem, d. h. sie atmen durch eine grössere Zahl von Stigmen.

Ein geschlossenes Tracheensystem lässt notwendig eine andere Atmungsweise erwarten. Diese geht durch eine zarte Körperhaut (auch durch die Darmhaut) vor sich, an welche sich Luftröhren in feiner Verzweigung ansetzen. Durch Vergrösserung der zarten Körperoberfläche, beziehungsweise gewisser Teile derselben, wird der Atmung

Vorschub geleistet. Die Vergrösserung wird erreicht durch blattförmige oder schlauchförmige Ausstülpungen der Körperhaut, in welche dann verzweigte Luftröhren münden. Diese Gebilde sind die erwähnten Tracheenkiemen, durch welche die Atmung im Wasser ermöglicht wird. Die Luftröhren nehmen aus dem die Kiemen umspülenden Wasser den zur Atmung nötigen Sauerstoff auf. Ein solcher Atmungsapparat hat für die damit versehenen Insektenlarven den Vorteil, dass sie stets unter Wasser bleiben können und nicht nötig haben, ihre sonstigen Beschäftigungen zu unterbrechen, wenn sie für ihr Atmungsbedürfnis sorgen wollen.

Zahlreiche Larvenformen weisen ein teilweise geschlossenes Tracheensystem auf, d. h. einige oder die meisten Stigmenpaare sind offen, die anderen geschlossen (Fig. 290, 291). Das ist namentlich bei den zahlreichen Larven der Coleopteren, Lepidopteren etc. mit dem zweiten Stigmenpaar der Fall. Bei einem teilweise geschlossenen Tracheensystem findet stets Luftatmung (Stigmenatmung) statt; seine Träger sind Land- oder Wassertiere; letztere können neben der Stigmenatmung sich auch der Kiemenatmung erfreuen.

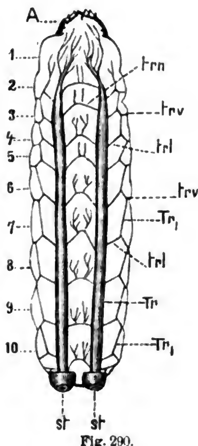


Fig. 290.

Fig. 290.

Metapneustisches Tracheensystem einer Schnackenlarve, *Ctenophora atrata* L., von der Rückenseite gesehen. Original.

Tr, die beiden Hauptstämme des Tracheensystems; Tr_1, die durch Verbindung der Seitenäste (trl) entstandenen beiden Nebenstämme (bauchwärts gelegen); trv, ventrale Tracheenäste; trn, Querstämme, welche die Hauptstämme miteinander verbinden; st, st, die beiden, am Körperende gelegenen Stigmen; A, Kopf; 1 bis 10, die zehn Rumpfsegmente.

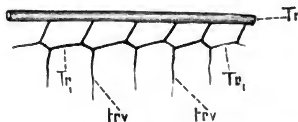


Fig. 291.

Ein Teil des Tracheensystems derselben Larve, wie in Fig. 290, von der Seite gesehen. Original.

Tr, Haupttracheenstamm; Tr_1, der durch Verbindung der Seitenäste (trl) entstandene Nebenstamm; trv, ventrale, zur Bauchseite verlaufende Tracheenäste.

Viele Maden der Zweiflügler (Diptera), welche im Wasser, in faulen Stoffen, Eiterbeulen, Eingeweiden von Tieren, feuchtem Baummulm usw. leben, haben entweder nur ein Stigmenpaar am vorderen und am hinteren Ende des Körpers oder nur am hinteren Ende (Fig. 290 st, st). Die Larve (Made) von *Eristalis* (Rattenschwanz-

made) besitzt am hinteren Körperende eine schwanzförmige Röhre, an deren Ende die Stigmen sitzen; das ist die Atemröhre. Die hässliche Made hält diese, aus einer Verlängerung der letzen Leibessegmente entstandene Atemröhre an den Wasserspiegel und atmet auf diese Weise; sie verlängert dieses sonderbare Atmungsorgan durch fernrohrartiges Ausziehen desselben, sobald der Grund tiefer wird, während sie auf dem Grunde ihrer Nahrung nachgeht.

Sehr eigentümlich ist das Atemrohr (Sipho) mancher Mückenlarven, z. B. *Culex, Mochlonyx* (Meinert, De eucephale Mygge-larver). Es sitzt dem Rücken des vorletzten Hinterleibsringes auf und ist in einem stumpfen Winkel nach hinten gerichtet. An seiner mit Klappen versehenen Spitze befindet sich die Atmungsöffnung, in welche die beiden am Ende vereinigten Haupttracheenstämme münden.

Andere Dipterenlarven besitzen überhaupt keine Stigmen, sie haben demnach ein geschlossenes Tracheensystem, z. B. die Maden von *Simulium, Tanypus* und *Ceratopogon* (Meinert).

Auch die Larven der allermeisten Wasserkäfer (Dytiscidae, Hydrophilidae) besitzen nur zwei Stigmen, und zwar wie die Dipterenmaden am Hinterleibsende. Dieses wird an den Spiegel des Wassers gehalten und so ein Luftvorrat eingeatmet. Die hinteren Stigmen sind durch den Umstand an die Spitze des Abdomens gerückt, dass die letzten Segmente desselben verkümmert, verkürzt oder teilweise eingezogen wurden. Daher besitzen diese Larven nur acht Abdominalsegmente. Dasselbe gilt von den Larven der merkwürdigen Gattung *Amphizoa* Nordwest-Amerikas. (Hubbard, Insect Life. 1892. Vol. V. S. 19—22.)

Aus allem über die Zahl der Stigmen Gesagten geht hervor, dass zwei Hauptkategorien zu unterscheiden sind:

1. das offene Tracheensystem, oder der holopneustische Typus;
2. das geschlossene Tracheensystem oder der apneustische Typus.

Zwischen diesen beiden Typen giebt es Mittelstufen, und zwar sind es:

3. der metapneustische Typus. Dieser wird im Wasser bevorzugt. Die Larven besitzen nur ein Paar offene Stigmen, welche sich am Hinterkörper befinden (Dipterenlarven, z. B. von *Eristalis, Tipula, Culex, Ptychoptera;* Coleopterenlarven, z. B. von *Dytiscus, Hydrophilus, Cyphon*).
4. Der propneustische Typus. Hierher gehören nur Puppen einiger Dipteren (*Corethra, Culex* u. a.), bei denen nur das vorderste Stigmenpaar geöffnet ist.
5. Der amphipneustische Typus. Larven mit offenen Stigmen am vorderen und hinteren Körperende, während die zwischenliegenden Stigmen geschlossen sind. Beispiele liefern die Dipterenlarven (Oestriden, Asiliden, *Syrphus*).

6. Der **peripneustische** Typus wird von denjenigen Insektenlarven gebildet, bei denen nur das vorderste Stigmenpaar des Brustabschnitts und die Stigmen des Hinterleibes offen sind, während das zweite Paar der Bruststigmen fehlt. Hierher sind zu rechnen die Larven der Lepidopteren, der meisten Coleopteren, der meisten Hymenopteren und Dipteren, sowie der echten Neuropteren.

Es kann als eine ausgemachte Thatsache gelten, dass das Fehlen oder eine Verminderung der Stigmen um einige oder mehrere Paare mit biologischen Verhältnissen zusammenhängt. Auch die jeweilige Stellung der Stigmen mag darauf zurückzuführen sein. Die Ursachen aller Fälle zu erforschen, würde eine dankbare Arbeit sein. Das Fehlen von Stigmen ist nicht immer, wie schon mitgeteilt, von der Abwesenheit des zugehörigen Tracheenastes begleitet, vielmehr sind die Tracheenlängsstämme häufig durch einen Strang mit derjenigen Stelle des Hautschlauchs verbunden, an welcher das Stigma sitzen würde; aber in anderen Fällen fehlen auch diese Stränge.

Kiemen und Kiemenatmung bei Insektenlarven.

Viele im Wasser lebende Insektenlarven besitzen also keine Stigmen, dafür aber kiemenartige Organe (br), welche von einer verzweigten Trachee (tr) durchzogen sind und Tracheenkiemen genannt werden (Fig. 292). Diese sind zarthäutige hohle Anhänge, und

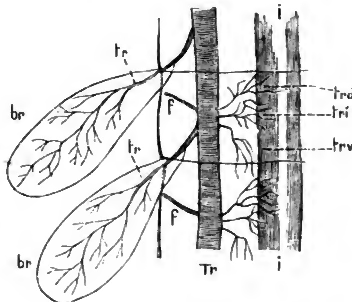


Fig. 292.

Linke Hälfte der mittleren Hinterleibssegmente einer Ephemeridenlarve (Eintagsfliege). Schematisch nach Palmén.

br, Tracheenkieme mit der in ihr verzweigten Trachee; Tr, der grosse linksseitige Längsstamm des Tracheensystems; f, strangförmiger Anheftungsfaden des Längsstammes (blinder Stigmenast); trd, dorsaler Tracheenast; tri, visceraler Tracheenast; trv, ventraler Tracheenast; i, Darmkanal.

statt ihrer können auch zarte Stellen der Körperhaut die Atmung besorgen. Da sie aber meist mehrfach verzweigt oder blattartig verbreitert sind, so stellen sie zum Zwecke der Atmung nur eine Vergrösserung der respirierenden Körperoberfläche dar. Sie sind in den verschiedenen Insektenordnungen sehr verschieden gebildet und untereinander nicht homolog, sondern analog, da man anzunehmen hat, dass sie in jedem Falle ursprünglich durch eine besondere An-

passung hervorgebracht sind. Zu den Stigmen (Luftlöchern) haben sie keine Beziehung, da sie von einem besonderen Tracheenstämmchen versorgt werden. Dies kann bei denjenigen Larven nachgewiesen werden, welche blinde Stigmenäste haben. Diese Stigmenäste (Fig. 292 f) sind von dem in die Tracheenkieme mündenden Tracheenaste ganz getrennt. Die Tracheenkiemen entsprechen in ihrer Ansatzstelle auch niemals den künftigen Atemlöchern (Stigmen), haben also keine genetische Beziehung zu diesen.

Tracheenkiemen können zum Atmen nur im Wasser verwendet werden. In die Kieme ragt, wie wir sahen, ein verzweigter Tracheenast hinein. Die Zweige dieser Luftröhre vermitteln die Aufnahme neuer und die Abgabe verbrauchter Luft.

Es giebt:

1. blattförmige Tracheenkiemen; sie stehen einzeln oder zu zweien jederseits an den Hinterleibsringen (Fig. 292 br);
2. fadenförmige Tracheenkiemen, welche in verschiedener Weise über den Rumpf verteilt sein können;
3. büschelförmige Tracheenkiemen an den Körperseiten; es entspringen mehrere fadenförmige Tracheenkiemen von demselben Punkte (Fig. 293 br);
4. verzweigte Tracheenkiemen an verschiedenen Teilen des Rumpfes.

In einzelnen Fällen fehlen in den Kiemen Tracheen. Jene sind dann reichlich mit Blut gefüllt, und es findet dann zum Zwecke der Atmung ein direkter Austausch zwischen der im Wasser befindlichen Luft und dem Blute statt. In solchen Fällen werden die Kiemen Blutkiemen oder echte Kiemen genannt, wie bei den Krebsen, Fischen und Amphibienlarven. Näheres über die einzelnen durch Blutkiemen atmenden Insektenlarven u. a. findet sich weiter hinten.

* * *

Die Larven der Eintagsfliegen (Ephemeridae) besitzen Tracheenkiemen gewöhnlich an den Seiten der sieben ersten Hinterleibsringe. Die Kiemen sind blattförmig und jederseits einfach oder doppelt vorhanden, oder büschelförmig und verzweigt. Bei *Oligoneuria* finden sich auch Kiemen an der Unterseite des Kopfes. An den blattförmigen Tracheenkiemen des lebenden Tieres im Wasser ist eine schnell flimmernde Bewegung zu beobachten, wodurch die Atmung rege erhalten wird. Zuweilen können wir an den in einem Wasserglase gehaltenen Larven sehen, dass nur die sechs vorderen Paare in Bewegung sind, während das hinterste Kiemenpaar unbeweglich bleibt.

Die Kiemen der *Caenis*- und jungen *Heptagenia*-Larven sind zweigliedrig. Die jungen Larven von *Polymitarcys virgo* haben anfangs keine Kiemen. Diese entstehen erst am achten bis zehnten Tage.

Unter den Libellen sind nur zwei Gattungen bekannt, deren Larven seitenständige Tracheenkiemen besitzen. Diese sind in sieben Paaren vorhanden. Bei den *Euphaea*-Larven sind sie lang kegelförmig,

ähnlich wie bei den Larven von *Sialis*. Ebenso findet sich bei der Larve von *Anisopteryx comes* jederseits am zweiten bis achten Segment eine lange häutige, spitz zulaufende Kieme (Hagen).

Ueberreste solcher Abdominalanhänge glaubt Prof. Hagen in einer eigentümlichen sackartigen Bildung zu erkennen, welche bei *Libellula, Epitheca, Aeschna, Gomphus* u. a. hinter dem am Vorderrande des fünften Bauchschildes befindlichen Spalt im Innern des Leibes liegt (Zoolog. Anz. 1880, S. 161).

Unter den Neuropteren sind die Larven der echten Sialiden (*Sialis, Corydalus*) an den Seiten der Hinterleibsringe mit Tracheenkiemen ausgestattet. Diese sind länglich, zugespitzt, dick borstenförmig und gegliedert, und stehen einzeln.

Ferner finden sich bei Larven der Perliden Tracheenkiemen.

Von wasserbewohnenden Megalopterenlarven besitzt diejenige von *Sisyra* ähnliche Tracheenkiemen.

Auch in dieser Insektenabteilung finden sich an den jüngsten Larven keine Kiemen; die Larve von *Corydalus cornutus* erhält die bauchständigen Kiemen erst nach der ersten Häutung (Riley, 1879).

Zahlreichere Tracheenkiemen finden wir an den Larven der meisten Wassermotten (Trichoptera). Sowohl die Rücken- und Bauchseite, als die Seiten der einzelnen Ringe sind damit versehen. Meist entspringen einige fadenförmige Kiemen aus demselben Punkte. Oder sie stehen büschelförmig auf einem gemeinschaftlichen Stamme (Fig. 293). Je nach den Gruppen und Gattungen sind in der Anordnung und Zahl beträchtliche Verschiedenheiten festgestellt. Manche Gattungen ermangeln der Kiemen und scheinen auf Hautatmung beschränkt zu sein. Bei dem Uebergange in den Puppenzustand werden die Tracheenkiemen von einigen Gattungen abgeworfen, von anderen beibehalten. Bei manchen Hydropsychen werden sie sogar noch von dem entwickelten Insekt übernommen. Ueber die Afterschläuche einiger Arten, welche für Blutkiemen gehalten werden, vergl. weiter hinten. Den jüngsten Larven von *Phryganea* fehlen Kiemen vollständig.

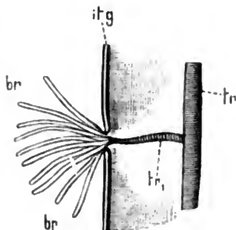


Fig. 293.
Büschelförmige Tracheenkiemen. Schematisch.
tr, Haupttracheenstamm; tr_1, in die Kiemen sich verzweigender Tracheenast; itg, Körperhaut.

Die Ordnung der Lepidopteren weist nur eine Gattung, *Paraponyx*, auf, deren Arten durch Tracheenkiemen atmen, und deren Stigmen geschlossen sind. Die Kiemen bestehen aus zugespitzten Fäden und befinden sich an den Seiten fast sämtlicher Segmente. Diese Raupen leben im Wasser; die in dem gleichen Medium lebenden Larven der verwandten Gattungen *Cataclysta, Hydrocampa, Acentropus* u. a. sind kiemenlos.

Unter den Coleopteren giebt es gleichfalls einige Gattungen, deren Larven ausschliesslich durch Kiemen atmen; dahingegen noch mehrere andere Gattungen, welche neben den Kiemen auch offene Stigmen besitzen und vielfach durch diese sich die nötige atmosphärische Luft verschaffen. Zuerst erinnern wir uns der Larven der Gyriniden (Tummelkäfer), welchen zehn Paar Tracheenkiemen an den Seiten des Hinterleibes zum Atmen dienen; Stigmen fehlen völlig (Schiödte). Die Kiemen sind zugespitzt, einfach, röhrenförmig, lang bewimpert und von einer fein verzweigten Trachee durchzogen. Von anderen Wasserkäfern sind *Pelobius* und *Cnemidotus* zu nennen; die Larve jener Gattung besitzt am Grunde der Hüften und an den drei ersten Brustringen büschelförmige Kiemen, welche keine Tracheen enthalten, aber mit Blut gefüllt sind, also als Blutkiemen bezeichnet werden müssen. Auch dieser Larve fehlen Stigmen. (Schiödte, Naturhist. Tidsskr. Kjöbenhavn, 1872. Bd. VIII. S. 202, mit Fig.) Die Tracheenkiemen der *Cnemidotus*-Larve sind sehr lang, borstenförmig, gegliedert, stehen paarweise auf der Rückenseite der Brust- und Hinterleibsringe und dienen allein den Atmungsfunktionen, da Stigmen hier gleichfalls fehlen. (Schiödte.)

* * *

Manche Insektenlarven sind, wie schon erwähnt, auf Hautatmung angewiesen, z. B. die jungen Larven zahlreicher Trichopteren, welche weder Kiemen noch Stigmen besitzen. Dasselbe gilt von manchen Perlidenlarven. Die Larven einiger Trichopteren, z. B. *Phryganea, Neuronia*, besitzen an den Seiten des ersten Hinterleibsringes je einen konischen Höcker. Dieser ist zarthäutig und von verzweigten Tracheen eingenommen; es ist ohne Zweifel ein Atmungsorgan (Kolbe). Bei den im Wasser lebenden Mückenlarven (*Corethra, Chironomus*) ist die allgemeine Körperhaut so zart, dass ohne Zweifel das Blut mit dem Aufenthaltsmedium in genügender Wechselwirkung steht (Weismann, Palmén); auch ist es gewiss, dass bei den Larven von *Simulium, Tanypus* u. a., welche stigmenlos sind, eine Hauttracheenatmung stattfindet. Bei gewissen Dipterenlarven enthalten die Rückenborsten am Hinterleibsende verzweigte Tracheen, z. B. die beiden papillenförmigen Organe am Rückenteil der Hinterleibsspitze von *Tanypus varius* (Meinert). Die Nymphe dieser Spezies besitzt an der Spitze des Abdomens zwei Tracheenkiemenblättchen (man vergl. die Figur in den „Euceph. Myggelarv." desselben Autors).

Tracheen verzweigen sich bei den stigmen- und kiemenlosen Larven oft sehr deutlich an die zarte Körperhaut. Das Verhältnis ist dann dasselbe wie bei den Tracheenkiemen, nur mit dem Unterschiede, dass in letzterem Falle die Atmungsfläche vergrössert ist. Bei sehr zarthäutigen Larven (Chironomiden), die nur wenig, anfangs sogar noch funktionslose Tracheen besitzen, scheint die Annahme einer einfachen Hautatmung, ohne Vermittlung von Tracheen gerechtfertigt zu sein.

* * *

Zweierlei abwechselnd thätige Atemwerkzeuge, nämlich Stigmen und Tracheenkiemen, sind eine Errungenschaft einer Anzahl von Gattungen, welche hinsichtlich ihrer Lebensweise gegenüber den einseitig Ausgerüsteten im Vorteil sind; sie können stets im Wasser bleiben, wenn es ihnen beliebt, oder an der Oberfläche oder sogar ausserhalb des Wassers atmen, wenn sie wollen, oder, was hier mehr am Platze ist, wenn die Notwendigkeit sie dazu zwingt. Derartigen Fällen begegnen wir in einigen Käferfamilien (Cyphoniden, Elmiden, Hydrophiliden), bei einigen Dipteren (Culiciden, Psychodiden) und Wasserjungfern (Libelluliden).

Die Larven der Cyphoniden (*Helodes, Cyphon, Hydrocyphon*, kleiner am Wasser auf Pflanzen lebender Käfer) bewohnen das Wasser und halten sich hier meist an der Oberfläche zwischen dem schwimmenden Pflanzengewirre, z. B. von *Lemna*, auf. Sie besitzen nur ein Stigmenpaar; dieses befindet sich am vorletzten Hinterleibsringe. Ausserdem trägt die Hinterleibsspitze zarte Tracheenkiemen. Die beiden Hauptstämme des Tracheensystems sind gewaltig blasenartig entwickelt. Durch die beiden Stigmen wird an dem Wasserspiegel Luft eingeatmet. Im Wasser flottierend führen die Larven an der Hinterleibsspitze eine Luftblase mit sich, wie *Gyrinus*. Die Kiemen kommen, wie Rolph meint, nur dann in Anwendung, wenn die Larve gezwungen ist, längere Zeit unter dem Wasserspiegel zu verweilen.

Die Larve von *Prionocyphon discoideus* Say streckt beim Schwimmen aus der Afterspalte einen Büschel feiner Fäden, in der Länge von vier Hinterleibssegmenten, hervor (B. Walsh, vergl. Gerstaecker, Bericht f. 1862, S. 95).

Dasselbe gilt von den Larven der Elmiden, kleiner, im Wasser lebender Käfer (*Elmis, Potamophilus, Macronychus, Psephenus*). Die Larve von *Elmis* hat zehn dorsal gelegene Stigmenpaare und im letzten Hinterleibssegment büschelförmige Kiemen, welche beliebig hervorgestülpt werden. Die junge Larve ist stigmenlos, ihr Tracheensystem also geschlossen. Dasselbe gilt von den Larven der Gattungen *Potamophilus* und *Macronychus*. Die Larve der ersteren Gattung ist von Dufour genauer beschrieben. Am Endsegment des Hinterleibes befinden sich jederseits drei Büschel fadenförmiger Kiemen, welche mit den beiden Längsarterienstämmen in Verbindung stehen. Am Mesothorax und an den acht ersten Hinterleibsringen befindet sich je ein Paar Stigmen. Die Aeste der abdominalen Tracheen sind blasenförmig erweitert. An den Blasen bleibt der Spiralfaden deutlich. Die Zahl der Blasen beträgt 64. Gewöhnlich atmet die Larve durch die Schwanzkiemen. Wenn bei niedrigem Wasserstande die Holzbalken und Pfähle, an denen sie sich gewöhnlich aufhält, aus dem Wasser hervorsehen, wird die Larve zur Luftatmung gezwungen, und es treten dann die Stigmen in Funktion.

Ganz anders ist die Larve der zu derselben Familie gehörenden

Gattung *Psephenus* beschaffen. Der breite schildförmige Körper weist nur zwei Stigmenpaare, das eine am Mesothorax, das andere am vorletzten Hinterleibsringe, ferner Tracheenkiemen am zweiten bis sechsten Hinterleibsringe auf (Rolph).

Unter den Hydrophiliden (Wasserkäfer) haben namentlich die Larven von *Hydrous* und *Berosus* gut ausgebildete Tracheenkiemen an den Körperseiten. Daneben finden sich bei diesen, wie bei den Larven der übrigen Gattungen der Familie zwei Stigmen an der Spitze des Hinterleibes, also ebenso wie bei den Dytiscidenlarven. Sie atmen damit direkt Luft ein, wenn sie die Hinterleibsspitze an den Wasserspiegel halten.

Die Larven der Stechmücken (*Culex*) atmen gleichfalls entweder durch die beiden Stigmen am hinteren Körperende, indem sie sich an den Wasserspiegel hängen und die Stigmen mit der atmosphärischen Luft in Verbindung bringen, oder in der Tiefe des Wassers durch Tracheenkiemen. Auch die Puppen von *Culex* haben eine doppelte Atmungsweise; sie besitzen zwei Hörnchen mit Tracheenöffnung am Vorderkörper und Tracheenkiemen am hinteren Ende.

Bei der Larve von *Eristalis*, der sogenannten Rattenschwanzmade, treten eine Anzahl kurzer Schläuche aus dem After hervor, welche im Wasser längere Zeit flottieren und für Atmungsorgane zu halten sind. Sie führen Tracheen. (Chun, Bau der Rektaldrüsen. 1875. S. 14.) Ueber ihre Stigmen am Schwanzende s. S. 523.

In Brasilien giebt es in Gewässern kleine Dipterenlarven (Psychodiden), welche gleich zahlreichen anderen Larven der Ordnung nur zwei Stigmen an der Spitze des Hinterleibes besitzen, in welche die beiden grossen Tracheenstämme münden. Kurz vor seiner Mündung entsendet jeder dieser beiden Stämme bauchwärts einen ziemlich starken Ast, dessen Zweige (zwei oder drei je nach der Art) einzeln in ausserhalb vorstreckbare fingerförmige Blindschläuche eintreten und sich dann fein verzweigen. Gewöhnlich halten sich die Larven an der Oberfläche des Wassers auf und atmen dann durch die beiden Luftlöcher; unterhalb des Wassers atmen sie durch jene Blindschläuche (Tracheenkiemen). (F. Müller.)

Ueber die verschiedenartige Atmungsweise der Libelluliden siehe im folgenden Abschnitt, S. 534.

* * *

Einen komplizierten Bau haben die Stigmen der durch eine doppelte Atmungsweise ausgezeichneten Larven der Pferdebremse (*Gastrus equi*). Diese Larven leben im Magen und Darmkanal der Einhufer, namentlich des Pferdes, und kommen also mit flüssigen Stoffen in Berührung, während sie andererseits auch in solchen Räumen sich aufhalten, in welchen nur Gase angesammelt sind. Dies lässt eine doppelte Atmungsweise erwarten. Am hinteren Körperende befindet sich nun die Stigmenplatte (S. 502), welche zwei seitliche Kiemenplatten und die mittlere Stigmenlamelle enthält. Eine umständ-

liche Beschreibung dieses Apparates enthält die hinten zitierte Abhandlung von Scheiber auf S. 9—23. Ausser diesem hinteren Atmungsapparat besitzt die Larve noch ein vorderes, am ersten Segment befindliches, sehr wenig entwickeltes Stigmenpaar. Als Embryonen und eben geborene Lärvchen haben die *Gastrus*-Larven keine Kiemenplatten, sondern an der Hinterleibsspitze zwei lange fadenförmige Kiemen (Joli). Ebenso besitzt die jüngste Larve der verwandten *Cephenomyia rufibarbis* zwei Fortsätze an der Hinterleibsspitze.

* * *

Für eigentliche Kiemen (Blutkiemen) hält Fritz Müller die Afterschläuche, welche bei den Larven mancher Trichopteren gefunden werden. Sie sind zart und prall, wenn sie vorgestreckt und mit Blut gefüllt sind. In diese Schläuche hineinragende Luftröhren fehlen fast völlig, zuweilen wurde ein sehr feiner Zweig gesehen. Sie treten in Thätigkeit, wenn die Tracheenkiemen der Hinterleibsringe zeitweise unthätig sind. Bei *Macronema* sind die Tracheenkiemen weiss, die Blutkiemen grün. Auch bei Puppen einzelner Trichopteren kommen Afterschläuche vor (Pictet).

Aehnliche, anscheinend blutgeschwellte Afterschläuche finden sich bei den Leuchtkäferlarven (*Lampyris* u. a.). Sie dienen vielleicht zum Atmen. Von Anderen werden sie für Haftorgane gehalten (S. 333).

Die Larve des *Pelobius*, eines eigenartigen Schwimmkäfers, hat echte Blutkiemen, wie Schiödte versichert (vergl. S. 528).

Ueber die vermutliche Hautatmung vermittelst der Schwanzborsten bei Ephemeridenlarven siehe hinten im Kapitel über die Blutzirkulation S. 544.

Am Bauche von *Machilis* (Borstenschwanz) finden sich ausstülpbare Bläschen (Segmentalsäckchen), die Guérin für Tracheenkiemen ausgab. Wood-Mason und Nassonow halten sie für ein Analogon von Segmentalorganen, Oudemans bringt sie mit der Atmung in Beziehung (Tijdschr. Nederland. Dierk. Veren. (2) II. 1887, Versl. S. III). Nach E. Haase sind diese Bläschen (Bauchsäcke) als Blutkiemen anzusprechen. Von Tracheenkiemen unterscheiden sie sich durch das Fehlen der Tracheen, von Gefässkiemen durch das Fehlen der Gefässe. Der Gasaustausch vermittelst der Bläschen, sobald sie ausgestülpt und mit Blut prall angefüllt sind, findet an den zarteren und zugleich wohl feuchteren Stellen der Cuticula statt. Oudemans beobachtete, dass die Tierchen fast nur dann die Bläschen hervorstülpten, wenn der Behälter, in dem sie gehalten wurden, mit warmer, dampfgesättigter Luft angefüllt war. Auch nur dann, wenn sie sich in vollkommener Ruhe befanden, traten die Bläschen aus. Aehnlich verhält es sich mit *Campodea* und *Scolopendrella*, sowie mit dem Ventraltubus der Collembolen (*Podura, Smynthurus* u. a.). Vergl. S. 328—329.

* * *

Der Luftaustausch im Wasser vermittelst Tracheenkiemen geht unter reger Bewegung der letzteren vor sich. Wir sehen in Aquarien, wie die Kiemen der Krebse unaufhörlich wirbeln. Dasselbe können wir bei Eintagsfliegenlarven in einem Wasserglase beobachten. Die energische Umspülung der Kiemen mit Wasser ist das Haupterfordernis bei der Kiemenatmung. Dabei sind zwei Fälle möglich:

1. Die Kiemen an sich bewegen sich, und zwar meist rapide, während der Körper in Ruhe verharren kann, z. B. bei den Eintagsfliegen (Ephemeriden), bei einer *Macronema*-Art Brasiliens (Trichoptera) nach Fritz Müller.
2. Der Hinterleib wird hin und her bewegt, infolgedessen der auf diese Weise erzeugte Wasserstrom den Luftaustausch vermittelt, z. B. bei den Trichopteren und Perliden, bei *Sialis, Paraponyx, Hydrous.*

* * *

Litteratur über Tracheenkiemen und die Atmung durch dieselben.

Pictet, F. J., Mémoires sur les larves des Némoures. (Annal. Scienc. natur. 1832. T. 26. S. 369—391. Mit 2 Taf.)

—, —, Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides. Genève, 1834. 235 S. u. 20 Taf.

—, —, Histoire naturelle générale et particulière des insectes Neuroptères. I. Monographie: Famille des Perlides. Genève, 1841—1842. 423 S. u. 53 Taf.

—, —, Histoire naturelle générale et particulière des insectes Neuroptères. II. Monographie: Famille des Ephémérines. Genève, 1843—1845. 300 S. u. 47 Taf.

Grube, A. E., Beschreibung einer auffallenden an Süsswasserschwämmen lebenden Larve (*Sisyra*). Mit Fig. (Wiegmanns Archiv f. Naturgesch. 1843. Bd. 9. S. 331—337.)

Schröder van der Kolk, J. L. G., Mémoire sur l'Anatomie et Physiologie de *Gastrus equi*. (Nieuwe Verhandl. d. K. Nederl. Instit. Amsterdam, 1845. T. 9. S. 1—155. Mit 13 Taf. — Erichsons Bericht f. 1845. S. 109.)

Dufour, L., Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur les insectes Coléoptères des genres *Macronychus* et *Elmis*. (Annal. Scienc. natur. Zool. Sér. 2. 1835. T. 3. S. 151—174. Mit 1 Taf.)

—, —, Description et anatomie d'une larve à branchies externes d'*Hydropsyche*. Mit Fig. Ebenda. Sér. 3. 1847. T. 8. S. 341—354.)

—, —, Recherches anatomiques sur la larve à branchies extérieures du *Sialis lutarius*. (Ebenda. Sér. 3. 1848. T. 9. S. 91—99. Mit Fig.)

Dufour, De diverses modes de respiration aquatique chez les insectes. (Compt.-rend. Acad. d. Scienc. Paris, 1849. T. 29. S. 763—770. — Ann. a. Mag. Nat. Hist. Ser. 2. 1850. T. 6. S. 112—118.)

—, —, Études sur la larve du *Potamophilus*. (Ann. Scienc. nat. 4. Sér. vol. 17. 1862. S. 162—173. Mit 1 Taf. — Bericht v. Gerstäcker f. 1862. S. 16—17.)

Williams, Th., On the Mechanism of Aquatic Respiration and on the Structure of the Organs of Breathing in Invertebrate Animals. (Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 2. 1853. T. 12. S. 243—261, 333—348, 393—408. Mit 3 Taf.; — 1854. T. 13. S. 131—137, 180—200, mit 2 Taf.; 294—312, mit 2 Taf.; — 1854. T. 14. S. 34—57, mit 2 Taf.; 241—262, mit 3 Taf.; — 1855. T. 16. S. 315—329, mit 1 Taf.; 404—421, mit 1 Taf.; — 1856. T. 17. S. 28—42, 142—154, 247—258, mit 2 Taf.; — 1857. T. 19. S. 194—201, mit 1 Taf.)

Scheiber, S. H., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestriden-Larven. Respirationssystem. (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Cl. 1862. 45. Bd. I. Abt. S. 7—39.)

Lubbock, On the development of *Chloeon dimidiatum*. (Transact. Linn. Soc. London. I. 1863. Vol. 24. S. 61—78. Mit 2 Taf. — II. 1866. Vol. 25. S. 477—492.)

Oustalet, E., Note sur la respiration chez les nymphes des Libellules. (Annal. d. Scienc. natur. 5. Sér. Zool. XI. 1869. S. 370—386. Mit 3 Taf.)

Rolph, W. H., Beitrag zur Kenntnis einiger Insektenlarven. Mit 1 Taf. Inaug.-Dissertat. Bonn, 1873.

Chun, C., Ueber den Bau, die Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rektaldrüsen bei den Insekten. Frankfurt a. M. 1875.

Haller, G., Die Stechmückenlarve. Kleinere Bruchstücke zur vergleichenden Anatomie der Arthropoden. I. Ueber das Atmungsorgan der Stechmückenlarven. (Archiv f. Naturgesch. 44. Bd. 1878. S. 91—96. Mit Taf.)

Müller, Wilh., Ueber einige im Wasser lebende Schmetterlingsraupen Brasiliens. (Archiv f. Naturgesch. 1884. 50. Jahrg. S. 194—212. Mit 1 Taf.)

Vogler, Die Tracheenkiemen der Simulien-Puppen. (Mitteil. Schweiz. Entom. Gesellsch. 1887. 7. Bd. S. 277—282.)

Eaton, A. E., A revisional Monograph of recent Ephemeridae or May-flies. (Transact. Linn. Soc. London, 1883—87. 2. Ser. Vol. 3. Mit 63 Taf.)

—, —, Notes on some species ot *Cloeon*. (Ann. Mag. Nat. Hist. 3. ser. vol. 18. 1866. S. 145—148.)

Raschke, E. W., Die Larve von *Culex nemorosus*. Ein Beitrag zur Kenntnis der Insekten-Anatomie nnd Histiologie. (Archiv für Naturgesch. 1887. 53. Jahrg. S. 133—163. Mit 2 Taf. — Zool. Anz. 1887. 10. Jahrg. S. 18—19.)

Klapalek, Fr., Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. I. Metamorphose der Trichopteren. Mit Abbild. (Archiv f. naturwissensch. Landesdurchforschung von Böhmen. Prag, 1888. Bd. VI. Nr. 5. 63 S.)

Müller, Fritz, Larven von Mücken und Haarflüglern mit zweierlei abwechselnd thätigen Atemwerkzeugen. (Entom. Nachr. 1888. 14. Jahrg. S. 273—277.)

Kolbe, H. J., Ueber den kranzförmigen Laich einer *Phryganea*. (Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin. 1888. S. 22—26.)

Haase, Erich, Die Abdominalanhänge der Insekten mit Berücksichtigung der Myriopoden. Mit 2 Doppeltaf. (Morpholog. Jahrbuch. 1889. 15. Bd. S. 331—435.)

Vayssière, A., Recherches sur l'organisation des larves des Ephémérines. (Annal. d. Scienc. natur. Zool. 6. Sér. T. 13. S. 1—137. Mit 11 Taf.)

—, —, Monographie zoologique et anatomique du genre *Prosopistoma* Latr. Mit 4 Taf. (Ebenda. 7. Sér. T. 9. 1890. S. 19—87.)

Miall, L. C., Some difficulties in the life of aquatic Insects. (Nature. XLIV. London, 1891. S. 456—462.)

Vergl. ferner Hagen und Dewitz S. 507.

Ueber die Darmatmung (Atmung durch Darmtracheenkiemen) der Odonaten und anderer Insekten.

Eine ganz besondere Erscheinung im Leben der Insekten ist noch die Darmatmung, das ist eine Atmung durch Tracheenkiemen, welche den Hinterdarm innenseitig auskleiden. Darmatmung tritt stets neben einer anderen Atmungsweise auf.

Viele Larven der Wasserjungfern oder Libellen (Odonata) bieten den seltenen Fall, dass mehrere verschiedene Arten von Atmungswerkzeugen in demselben Individuum vereinigt sind, und zwar

1. Stigmen (in allen Gruppen),
2. innere Darmkiemen (wahrscheinlich in allen Gruppen),
3. äussere Schwanzkiemen (Agrioniden, Calopterygiden),
4. äussere Seitenkiemen an den Hinterleibsringen (*Euphaea* und *Anisopteryx*).

Ausser den Bruststigmen besitzen die Libellenlarven auch 8 Paar Stigmen am Hinterleibe. Diese Stigmen sind schwer sichtbar; sie wurden von manchen Entomologen übersehen, und ihre Anwesenheit deswegen geleugnet. Dagegen sind die Bruststigmen, namentlich das erste am Prothorax sitzende Paar, gross, ihre mundförmige Oeffnung zeigt in Intervallen sich öffnende und schliessende Lippen. Die Stigmen des Mesothorax sind weniger gross.

Eine Darmatmung findet auch bei den mit Schwanzkiemen versehenen Gattungen, wenigstens bei *Calopteryx* statt. Die Larven

nehmen Wasser in den Darm auf und stossen es wieder aus. Dufour und Hagen beschreiben drei, das untere Ende des Darms umgebende längliche Doppelwülste, welche von einem Tracheenast umzogen sind und zahlreiche Zweige in den inneren Teil der Wülste abgeben, so dass eine hier stattfindende Respiration unzweifelhaft ist. Beim Atmen der Libellenlarven öffnen und schliessen sich stets die häutigen Klappen der Afteröffnung.

Schwanzkiemen kommen nur bei einem Teile der Odonatenlarven vor, bei denen der Calopterygiden und Agrioniden. Sie sind von Tracheen durchzogen und zeigen damit deutlich ihren Zweck an. Agrionidenlarven leben aber ruhig weiter, wenn ihnen die Schwanzkiemen abgeschnitten werden (Dewitz). Die Schwanzkiemen von *Anisopteryx comes* sind birnförmig geschwollen und hinten zugespitzt; ihr Fettkörper ist reichlich mit Tracheen versehen (Hagen).

Auch Larven der Eintagsfliegen (Ephemeridae) weisen Vorrichtungen zu einer Darmatmung auf. Die Verzweigung der Tracheen an das Ende des Mitteldarms und den Enddarm ist eine sehr reiche. Schon Eaton vermutete deswegen eine respiratorische Funktion im Endabschnitt des Darmes (Ann. Nat. Hist. 3. ser. Vol. XVIII. S. 145). Palmén beobachtete bei jungen Larven von *Baetis* und *Cloeon*, dass der Enddarm schluckweise Wasser aufnimmt, bis er gefüllt ist und dann alles auf einmal wieder abgiebt, um sich sogleich von neuem zu füllen.

Bei den Stechmücken (*Culex*) enthält der Enddarm papillenartige Einstülpungen, welche unterseits im vorderen Teile des Enddarms am grössten sind. Ferner entspringt hier eine unzählige Menge von schwachen Tracheenstämmchen, die auf den papillenartigen Einstülpungen sich in unzählige feine Aestchen auflösen. Die Zufuhr von Tracheenstämmchen ist dort am stärksten, wo die Papillen am grössten sind. Es ist als gewiss anzunehmen, dass also auch die *Culex*-Larven eine Darmatmung haben, und zwar neben der Atmung durch Stigmen, Tracheenkiemen und Körperhaut. (Raschke, Archiv f. Naturgesch. 1887. S. 148 ff.)

Litteratur über die Darmatmung.

Suckow, F. W. L., Respiration der Insekten, insbesondere über die Darm-Respiration der *Aeschna grandis*. (Zeitschrift f. d. organ. Physik, von Heusinger. 1828. 2. Bd. S. 24—49. Mit 4 Taf.)

Dufour, L, Sur la respiration branchiale des larves des grandes Libellules comparée à celle des poissons. (Compt.-rend. d. séanc. de l'Acad. d. Scienc. Paris, 1848. t. 26. S. 301—303.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques et observations sur les larves des Libellules. (Annal. Scienc. natur. Zool. Sér. 3. 1852. T. 17. S. 76—97. Mit 3 Taf.)

Hagen, H. A., Léon Dufour über die Larven der Libellen mit Berücksichtigung der früheren Arbeiten. (Ueber Respiration der Insekten.) (Stettin. Entom. Zeit. 1853. Bd. 14. S. 98—106, 237—238, 260—270, 311—325, 334—346.)

Oustalet, E., Note sur la respiration chez les nymphes des Libellules. (Ann. d. Scienc. natur. 5. Sér. Zool. Vol. 11. 1869. S. 370—386. Mit 3 Taf.)

Poletajew, Olga, Quelques mots sur les organes respiratoires des larves des Odonates. Mit 2 Taf. (Horae Soc. Ent. Ross. T. 15. 1880. S. 436—452.)

Hagen, H. A., Beitrag zur Kenntnis des Tracheensystems der Libellenlarven. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 157—162.)

Macloskie, G., Pneumatic functions of Insects. (Psyche. Vol. 3. 1883. S. 375—378.)

Dewitz, H., Einige Beobachtungen, betreffend das geschlossene Tracheensystem bei Insektenlarven. (Zool. Anz. 1890. S. 500—504, 525—531.)

Vergl. ferner Palmén (S. 500).

Tracheenkiemen bei entwickelten Insekten.

Eine sehr seltene Erscheinung sind Tracheenkiemen bei entwickelten Insekten. Weil wir solche Atmungsorgane nur bei wasserbewohnenden Larven von Insekten zu finden gewohnt sind, so muss deren Vorkommen bei Imagines einigermassen befremdlich erscheinen. Dennoch braucht unsere Verwunderung dadurch nicht erregt zu werden; denn in der Natur giebt es keinen durchgreifenden Schematismus. Die Natur richtet sich nach dem Bedürfnis. Ausserdem gehen andererseits unbrauchbar gewordene Organe nicht immer sogleich verloren. Was es auch immer mit den Tracheenkiemen bei entwickelten Insekten für eine Bewandnis haben mag, die seltene Erscheinung ist ein thatsächliches charakteristisches Kennzeichen jener Insekten und erinnert an die analoge Erscheinung bei einigen Amphibien (*Proteus, Amblystoma*).

Die betreffenden Insekten mit Tracheenkiemen im entwickelten Stadium ihrer Daseinsformen gehören naturgemäss zu den grossenteils an das Wasser gebundenen Gruppen. Namentlich sind es die Perliden, eine Abteilung der Pseudoneuropteren, Insekten, deren Larven im Wasser leben. Aber nur ein kleiner Teil der Perlidenarten besitzt Tracheenkiemen im ausgebildeten Zustande. Diese sind bei einigen grösseren Arten Deutschlands, nämlich bei *Perla marginata* Panz. und *cephalotes* Curt., nur sehr klein und kaum wahrnehmbar. Am Hinterrande der sechs Bruststigmen heben sich je drei sehr kleine Chitinplättchen ab, welche an ihrer Unterseite und an den Rändern mit zahlreichen kurzen, weichhäutigen Strängen besetzt sind. Diese entsprechen völlig den Kiemenfäden der quasten-

förmigen Larvenkiemen. Auch persistierende Analkiemen kommen bei Imagines der *Perla*-Arten vor. Anders sind die Tracheenkiemen bei *Nemura lateralis* (Alpen Tirols etc.) beschaffen. Hier befinden sich nahe dem Vorderrande des Prosternums jederseits drei schlauchförmige, zarthäutige Anhänge, welche drehrund und durchaus prall erscheinen. Ihre Länge beträgt $^1/_4 - ^1/_2$ mm. Das Luftröhrensystem steht mit diesen Anhängen in enger Beziehung. Drei Tracheenäste zweigen sich an einer Stelle von dem Haupttracheenstamm ab, und in je eine Kieme geht eines jener Tracheenstämmchen, welches sich darin reichlich verzweigt. Die ganze Bildung des Kiemenapparates gleicht derjenigen der Larve dieser Perlidenart; daher ist anzunehmen, dass auch die Gebrauchsweise dieselbe ist. Da sich die geflügelten Insekten aber auch in die Luft erheben, so folgt daraus, dass sie dann durch ihre wohlausgebildeten Stigmenöffnungen atmen. Dasselbe, was hier von *Nemura lateralis* mitgeteilt ist, gilt auch von *Nemura cinerea* Ol. (Schweiz).

Viel ausgebildeter sind aber die Tracheenkiemen der Imagines einiger ausländischer grosser Perlidenarten. Bei *Pteronarcys regalis* Newm., *biloba* Newm., *proteus* Newm., *californica* Newp., *reticulata* Burm. und *frigida* Gerst. Nordamerikas sind dreizehn Paare büschelförmiger Kiemen vorhanden, welche sich auf die drei Brustringe und die beiden ersten Hinterleibsringe verteilen und teils am Vorderrande, teils hinter oder zwischen den Beinen und an den Hinterleibsringen an den Seitenecken sitzen. Eine andere sehr grosse Perlide, *Diamphipnoa lichenalis* Gerst. (Chili), ermangelt der Brustkiemen vollständig, aber am Hinterleibe befinden sich vier Paare, je ein Paar an den vier ersten Segmenten. Auch mit diesen Kiemen stehen Abzweigungen von Tracheenstämmen in engster Beziehung.

Dass diese Tracheenkiemen aus dem Larvenzustande übernommen sind, ist nicht zweifelhaft. Andererseits ist anzunehmen, dass sie an wasserdurchtränkten oder überrieselten Stellen Verwendung finden, wo diese Insekten, den Körper dicht an die Unterlage legend, zuweilen angetroffen werden. Auffallender Weise besitzen die Larven anderer Perlidenarten keine Kiemen, daher auch nicht die Imagines. Dagegen werden sie stets bei den entwickelten Tieren derjenigen Arten gefunden, welche im Larvenzustande Kiemen besitzen.

Ausführliche Mitteilungen über diesen eigenartigen Gegenstand finden sich bei Newport und Gerstäcker.

Eine andere Perlide, *Dictyopteryx signata*, hat nach Hagen zwei Paar Kiemenschläuche an der Unterseite des Kopfes, und zwar am Grunde des Submentums und in der Gelenkhaut zwischen dem Kopfe und der Vorderbrust (Zool. Anz. 1880. S. 304).

Ein ferneres seltenes Beispiel, dass Kiemen der Larve sich noch bei dem entwickelten Insekt vorfinden, liefert die Abteilung der Wasserjungfern (Odonata). Arten von *Euphaea* aus dem indischen

Gebiet, deren Larven einzig unter allen Odonaten seitliche Kiemen am Hinterleibe besitzen, zeigen diese Kiemen auch noch im entwickelten Zustande (Hagen).

Da die Libellennymphen (*Aeschna*) bei ihrer Verwandlung in das entwickelte Insekt wie vom ganzen Körper, so auch von dem Afterdarm nur die Cuticula abwerfen, so bleiben also die Darmkiemen bei der Imago zurück, jedoch ohne irgend welche Bedeutung für die Atmung zu behalten (Palmén, Morphologie des Tracheensystems. 1877. S. 39).

Es verbleiben auch bei einigen Wassermotten (z. B. *Hydropsyche*) die Tracheenkiemen im ausgebildeten Zustande, dienen aber nicht mehr zum Atmen und sind überhaupt, weil sie eingeschrumpft sind, für die Atmung untauglich geworden (Palmén, ebenda, S. 44—47).

Eine merkwürdige Atmungsweise ergiebt sich aus dem Aufenthaltsorte einiger zu den Phasmiden (Orthoptera) gehörigen Insekten, worüber A. Murray und J. Wood-Mason berichten. Diese Arten gehören zu der Gruppe der Prisopinen. *Cotylosoma dipneusticum* ist ganz geschaffen für ein Leben im Wasser an Steinen; kleine abstehende Lamellen neben den Stigmen an der Unterseite des Mesothorax scheinen wie Tracheenkiemen zu wirken, wenn unter Wasser die Stigmen sich schliessen.

Prisopus flabelliformis, ein naher Verwandter jener Art, hält sich den ganzen Tag über in rapide fliessenden Gewässern auf, wo er sich mit seinen kräftigen Krallen an Steinen festklammert. Das Insekt lebt in gebirgigen Gegenden Brasiliens und wird selten gefunden. A. Murray ist es, der nach den Angaben seines Gewährsmannes A. Fry in den Annals a. Mag. Natur. History. 3. Ser. Bd. 18. 1866. S. 265—268 darüber berichtet und die Angabe über diese Lebensweise im Hinblick auf den merkwürdigen Körperbau für richtig hält. Das Insekt sitzt mit seinen grossen, dachförmig liegenden Flügeln einem Steine dicht angedrückt da; obendrein sind die Beine breit, flach und bewimpert, die Unterseite des Körpers ist ausgehöhlt. Vermutungen über die Atmung sind von Murray am angeführten Orte ausgesprochen. Es giebt mehrere ebenso organisierte Arten derselben Gattung in verschiedenen Gegenden Südamerikas und Ostindiens, auch im Capland und auf Mauritius.

Litteratur.

Newport, On the existence of Branchiae in the perfect State of a Neuropterous Insect, *Pteronarcys regalis* Newm. and other species of the same genus. (Ann. a. Mag. Nat. Hist. 1844. Bd. 13. S. 21—25. — Jahresber. v. Erichson. 1844. S. 64—65.)

—, —, On the anatomy and affinities of *Pteronarcys regalis* Newm. (Transact. Linn. Soc. London. XX. 1851. S. 425—453. Mit 1 Taf.)

Hagen, H. A., Kiemenüberreste bei einer Libelle. (Zool. Anzeiger. 3. Jahrg. 1880. S. 304—305.)

Gerstäcker, A., Zur Morphologie der Orthoptera amphibiotica. Mit 1 Taf. (Festschr. z. Feier d. 100jähr. Bestehens d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. 1873. S. 39—74.)

—, —, Ueber das Vorkommen von Tracheenkiemen bei ausgebildeten Insekten. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 26. Bd. 1874. S. 204—252. — Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin, 1873, S. 99—104.)

Palmén, J. A., Zur Morphologie des Tracheensystems. Leipzig, 1877.

Wood-Mason, J., Preliminary Notice of a Species of Phasmidae apparently possessing all the Structural Arrangements needed both for Aerial and Aquatic Respiration. (Ann. Mag. Nat. Hist. 5. Ser. 1878. 1. Bd. S. 101—102.)

Murray, A., On the Habits of the Prisopi. (Ann. Mag. Nat. Hist. 3. Ser. r8. Bd. 1866. S. 265—268.)

9. Die Kreislauforgane des Blutes.

In der Einleitung zu dem vorigen Kapitel über die Atmung und die Atmungsorgane wurde erwähnt, wie nötig die Atmung für das Leben, d. h. für die Erhaltung des lebenden Tieres ist. Das Wesen der Atmung besteht darin, dem Blute Sauerstoff zuzuführen, damit erstens durch die infolgedessen eintretenden Verbrennungs- (Oxydations-) Prozesse der in dem Blute enthaltene Nährstoff zum Aufbau der Organteile des Körpers geschickt gemacht wird; zweitens damit unbrauchbare, also überflüssige Kohlensäure und Wasser entfernt werden. Die Ausscheidung dieser Stoffe aus dem Blute geht vermittelst des eingeatmeten Sauerstoffes durch Oxydation (Verbrennung) vor sich. Es ist stets neuer Sauerstoff nötig, damit die Oxydation der aus den Gewebeteilen ausgeschiedenen unbrauchbaren Stoffe unterhalten wird. Würden diese unbrauchbaren Stoffe (namentlich Kohlensäure) nicht stets aus dem Körper entfernt, sondern in demselben angehäuft werden, so würde diese Anhäufung Krankheit und sogar den Tod zur Folge haben. Die Atmung dient also dazu, durch Aufnahme von Sauerstoff in das Blut dieses Blut, welches allen Organen des lebenden Wesens Nährstoffe zuführen muss und abgestorbene Stoffe wieder fortzuschaffen hat, zu dem Zwecke leistungsfähig zu machen und zu erhalten, damit der Körper gesund und lebenskräftig bleibe. Das Leben des Tieres ist demnach an die Zufuhr von Sauerstoff gebunden. Dieser Stoff ist stets zu erneuern, weil er beim Stoffwechsel fortwährend verbraucht wird. Das Blut ist der Vermittler des Stoffwechsels.

Wie im Körper der Insekten die eingeatmete Luft verwendet wird, welche Beziehungen sie zum Blute hat, ist noch wenig auf-

geklärt. Auffallend ist der Gegensatz in dieser Beziehung zu den Wirbeltieren. Bei diesen ein reich entwickeltes System von Blutwegen und ein nur auf einen Körperteil beschränktes Atmungsorgan; bei den Insekten ein Mangel an verzweigten Blutbahnen, aber ein den ganzen Körper einnehmendes Atemröhrensystem. Aehnlich wie bei den Wirbeltieren ist unter den Gliederfüssern auch bei den Krebsen (Decapoden) und Skorpionen das Blutgefässsystem vorzüglich ausgebildet, während die Atmungsorgane nur in bestimmten Körpergegenden zur Ausbildung gelangt sind.

Es folgt daraus für die Insekten, dass ihre reich verzweigten, durch den ganzen Körper verbreiteten und an alle Organe herantretenden Luftröhren ein Aequivalent für das unausgebildete Blutgefässsystem bilden. Die Natur hilft sich bekanntlich in allen möglichen Lagen.

Bei den Insekten strömt das Blut frei durch die Leibeshöhle und frei in alle Organe hinein. Nur ein pulsierendes röhrenförmiges Herz, welches sich nach dem Kopfe zu in ein Fortleitungsrohr (Aorta) fortsetzt, und eine oder zwei grosse Blutkammern sind zu unterscheiden.

Der Gasaustausch findet in dem Haarröhrensystem der Tracheen (Tracheenkapillaren, vergl. S. 497) statt. Die Haarröhrchen sind sehr zart und für Flüssigkeiten durchlässig. Es scheint auch, dass die Haarröhrchen eine Flüssigkeit enthalten (v. Wistinghausen, Zeitschrift f. wissensch. Zool. 1890. 49. Bd. S. 579), wohl nur zu dem Zwecke, um die eingeatmete Luft bei der Ausatmung der verbrauchten aus den Röhrchen leichter zu verdrängen und dadurch den Luftwechsel zu beschleunigen. Alle Organe sind mit den Endverzweigungen der Tracheen teilweise oder vollständig umsponnen; allen Organen wird also direkt durch die Atemorgane der nötige Sauerstoff zugeführt. Wie daran das Blut beteiligt ist, wissen wir nicht. Dass das Blut aus den Haarröhrennetzen der Tracheenendverzweigungen die nötigen Sauerstoffmengen entnimmt, ist annehmbar; auch dass es aus den Organen die verbrauchten Stoffe in sich aufnimmt und nach deren Oxydation an die Kapillaren der Atmungsorgane abgiebt, um ausgeatmet zu werden, ist ganz wahrscheinlich, schon aus dem Grunde, weil das Blut die Tracheenendapparate aller Organe stets bespült und dabei von den Haarröhrchen aufgesogen wird. Hierbei wird alsdann die Abgabe der auszuatmenden Gase und die Aufnahme der eingeatmeten erfolgen, wobei in den Haarröhrchen ununterbrochen ein Aufsaugen venösen und ein Rücktritt des gereinigten Blutes stattfindet. Vergl. ferner S. 554.

Etwas wissen wir von der Kohlensäureausscheidung und Aufnahme von Sauerstoff, also von dem Stoffwechsel.

Versuche über den Stoffwechsel eines Insekts, der Küchenschabe *Periplaneta orientalis*, wurden von Bütschli angestellt und in dessen hinten zitierter Abhandlung näher erläutert. Die erste

Versuchsreihe betrifft die Ausscheidung von Kohlensäure. Auffallend war das plötzliche und ziemlich bedeutende Sinken der Kohlensäureproduktion bei der Ausatmung, welches wenige Tage nach Beginn des Hungerzustandes eintrat. Noch deutlicher trat die mit der Temperatur sich ganz gradatim steigernde Kohlensäureausscheidung hervor. Die exspirierte Kohlensäuremenge war bei einem Versuche bei einer Temperatur von 32° C. wenigstens 17 mal so gross als bei einem anderen Versuche bei einer Temperatur von durchschnittlich 3° C. Die Lebhaftigkeit des Stoffwechsels steht bei der Küchenschabe also in direktem Verhältnis zu der Temperatur. Wahrscheinlich gilt diese Thatsache für die sogenannten kaltblütigen Tiere überhaupt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei warmblütigen Tieren, indem hier die Lebensfähigkeit des Organismus zwischen sehr eng zusammengerückte Temperaturgrenzen gesetzt ist. Der Organismus strebt dahin, die ihm zusagende Temperatur stets zu erhalten und bei einem Entgegenwirken von äusseren Einflüssen eine etwaige Veränderung wieder auszugleichen. Bei den warmblütigen Organismen ruft ganz im Gegensatz zu den kaltblütigen eine Herabminderung der Temperatur bekanntlich eine energischere Kohlensäureausatmung hervor. Eine Ausnahme bietet wohl nur der Winterschlaf einiger Warmblüter, wo sich eine Herabminderung der Kohlensäureatmung bemerkbar macht.

Die Temperatur, bei welcher die Insekten eine entsprechende Menge Kohlensäure wie Warmblüter produzieren, ist bedeutend niedriger als die Körpertemperatur dieser Warmblüter. Es darf nach den erhaltenen Versuchsresultaten behauptet werden, dass die Kohlensäureausscheidung der Insekten im allgemeinen eine grössere ist, als die der höheren Wirbeltiere, und daher auf einen überhaupt lebhafteren Stoffwechsel der ersteren geschlossen werden.

Auffallend ist die beträchtliche Menge von Sauerstoff, welche bei niedriger Temperatur aufgenommen wurde, wie sich aus einigen Versuchen Bütschlis ergiebt. Die Sauerstoffaufnahme war in diesen Fällen eine bedeutendere, als die zum einfachen Verbrennungsprozess beim Stoffwechsel erforderliche. Dies ist nur durch eine Aufstapelung des Sauerstoffs im Innern des Körpers zu erklären. In anderen Fällen, nämlich bei höherer Temperatur, zeigte es sich, dass der sämtliche aufgenommene Sauerstoff auch sogleich zur Verbrennung verwandt wurde und eine Aufspeicherung nicht stattfand.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass die Insekten bei niederer Temperatur einen beträchtlichen Teil des eingeatmeten Sauerstoffs aufspeichern, während bei höherer Temperatur der sämtliche eingeatmete Sauerstoff sogleich zur Verbrennung dient.

Aus den Untersuchungen von Peyrou an *Melolontha* ergiebt sich, dass die Luft im Körper um so reicher an Sauerstoff ist, je geringer die Lebensäusserungen des Insekts sind. Der Gehalt an Sauerstoff schwankte zwischen 5,5 und 15,6 %, war also immer

bedeutend kleiner, als der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. Bei zunehmender Erwärmung verbrennt der Sauerstoff; wurden nämlich die Gase aus den Maikäfern bei 100° C. gewonnen, so enthielten sie fast nur Kohlensäure. — Vergl. ferner O. Liebe (1872).

Das Herz (Rückengefäss, vas dorsale).

Das Herz der Insekten (Fig. 294 vd, vd) ist ein langgestrecktes, rohrförmiges Organ, es liegt in der Mittellinie der Rückenseite, oberhalb des Darmes und besteht zumeist aus mehreren segmental hintereinander gelegenen Kammern (Fig. 244 vd, S. 341). Bei manchen Insekten ist es durch besondere Muskeln (Herzsuspensorium, Graber) an der Rückenwand befestigt (Fig. 300 x, S. 554). Gewöhnlich beginnt das Rückengefäss im vorletzten oder drittletzten Hinterleibsringe und endigt im Kopfe. Während als das eigentliche Herz nur der aus Kammern bestehende hintere Abschnitt angesehen wird, gilt der vordere dünnere Abschnitt als Aorta (Fig. 294 ao).

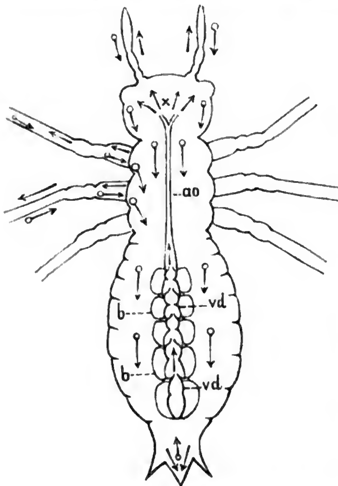


Fig. 294.

Junge Larve einer Libelle (*Epitheca bimaculata*) zur Veranschaulichung des Herzens und der Circulation des Blutes. Mässig vergrössert. Original.

vd, das Herz (vas dorsale, Rückengefäss); ao, die Aorta (grosse Schlagader), welche zur Fortleitung des in alle Körperräume strömenden Blutes dient; x, Verzweigung der Aorta im Kopfe; b, segmentiertes Zwerchfell, unmittelbar unter dem Herzen; — die Pfeile ↑ zeigen die Strömung des aus dem Herzen kommenden (arteriellen) Blutes an die Organe des Körpers; die Pfeile ♀ die Strömung des aus den Organen kommenden und zum Herzen zurückkehrenden (venösen) Blutes an. — Die Beine sind verkürzt dargestellt.

Die Kammern korrespondieren nicht immer mit den Segmenten des Körpers. Das hintere Ende des Herzschlauches endigt blind, aber bei einigen Larven wurde es hier offen gefunden.

Jede Herzkammer besitzt zwei Oeffnungen (Spalten, Ostien), an jeder Seite eine (Fig. 295 o_1 u. o), und zwei Klappen, auch Interventricularklappen genannt (Fig. 295 v). Die Oeffnungen der Kammern liegen in dem erweiterten Teile derselben an den Seiten oder mehr nach der Oberseite gerückt. Die Klappen befinden sich an der Grenze zweier Kammern,

sind stets nach vorn gerichtet und bestehen aus zarten, zuweilen gegliederten Hautfalten (Fig. 296).

Die Kammern sind bei Mückenlarven (*Corethra*) unausgebildet; das Herz ist also ein einfaches, ungegliedertes Rohr.

Nach Béla-Dezso kommen so viele Paare von Ostien am Rückengefässe vor, als Stigmenpaare vorhanden sind. Ganz junge Larven von *Musca* haben nach Viallanes noch keine Ostien.

Ausserdem befinden sich an beiden Seiten jeder Kammer zwei sogenannte birnförmige Körper, welche von dem Herzschlauch getrennt sind, aber vermittelst Muskelfasern mit der Kammer und mit ihren Klappen verbunden sind. Die birnförmigen Körper erscheinen als Bläschen oder Zellen mit körnigem Inhalt, nebst einigen Kernen mit Kernkörperchen. Sie sind von sehr geringer Grösse. Nach Dogiels Messungen sind sie bei der Larve von *Corethra plumicornis* 0,02 bis 0,1 mm lang und 0,06 bis 0,08 mm breit. Derselbe Gelehrte hält diese eigentümlichen Körperchen für Herznervenzellen und bezeichnet sie als apolare Nervenzellen des Herzens.

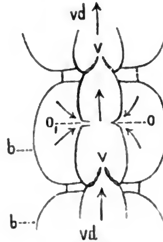


Fig. 295.
Mittlerer Teil des Rückengefässes desselben Insekts (Fig. 294). Stärker vergrössert. Original.

vd, vd, Teil des Rückengefässes; v, die Herzklappen; o, Oeffnung (Ostie), geschlossen; o_1, eine geöffnete Ostie; die Pfeile bei o und o_1 bezeichnen das Einströmen des Blutes in das Herz; die Pfeile innerhalb des Herzens die Strömung des Blutes in die Aorta und durch diese in die Leibeshöhle; b, das Zwerchfell unmittelbar unter dem Rückengefäss.

Der Herzschlauch ist von einem aus einem Abschnitte der Leibeshöhle entstandenen Sinus umgeben, welcher in physiologischer Hinsicht einem Pericardialsinus gleicht (S. 554).

Verschiedenheiten in der Ausbildung des Rückengefässes hängen mit der Ausbildung der Atmungsorgane zusammen, indem bei einem nur auf einen Körperteil beschränkten Atmungsapparat ein höherer Ausbildungsgrad des Blutgefässsystems beobachtet wird.



Fig. 296.
Zwei Klappen (v) aus dem Rückengefäss desselben Insekts, stärker vergrössert. Orig.

Im Uebrigen ist die ganze Leibeshöhle als ein Teil des Blutgefässsystems aufzufassen.

Das Herz ist ein aus feinen Ringfasern bestehender Muskelschlauch, welcher innen und aussen von einer homogenen elastischen Haut überzogen ist. Die äusserste Haut (Adventitia) kann bei grösseren Insekten (*Locusta*) durch geeignete Behandlung als gesonderter Schlauch präpariert werden. Die innere Haut (Intima) ist eine homogene, vom Sarcolemma der inneliegenden Ringmuskelfasern getrennte Schicht. Die Anordnung der Muskelfasern ist zuweilen eine

schraubenartige; in der erweiterten Mitte der Kammern verlaufen sie mehr oder weniger quer, gegen die Enden zu mehr der Länge nach. Dieser Verlauf der Muskelfasern steht mit der ganzen Thätigkeit des Herzens in Beziehung. (Graber.)

Die Aorta beginnt am Ende der vordersten Herzkammer und erstreckt sich bis an das Gehirn. Dogiel sah an der durchsichtigen Larve von *Corethra plumicornis*, dass sie nur bis zum hinteren Rande des Gehirns (Oberschlundganglion) geht. Hier spaltet sie sich in zwei Lamellen, von denen jede selbständig weiter verläuft. Die eine Lamelle zieht sich unter das Gehirn und unter das Auge, die andere nähert sich dem Auge. Mittelst Fäden sind die Lamellen an der Körperhaut befestigt. An dem Punkte der Spaltung der Aorta ist eine Oeffnung, die Oeffnung am vorderen Ende der Aorta.

Bei verschiedenen Lepidopteren krümmt sich die Aorta gegen die Achse des Körpers hin und erweitert sich im Kopfe zu einer Art Kammer. Von hier zweigen sich jederseits zwei Gefässe ab; eines derselben geht zum Ganglion opticum und zu den Augen selbst, bevor es sich in die lacunären Bahnen begiebt, während das andere in den Fühler eindringt und denselben in seiner ganzen Länge durchläuft. An der Ursprungsstelle des Fühlers erweitert sich beim Seidenspinner (*Sericaria mori, Syntomis phegea* und *Macroglossa stellatarum*) das letztere Gefäss und enthält in der Erweiterung einen eigentümlichen kugelförmigen Körper, welcher durch besondere Fasern an die Wände geheftet und geeignet ist, das Lumen des Gefässes zu verschliessen. (Selvatico, Burgess.)

Ueber die Beziehungen der sympathischen Nerven zur Aorta wurden schon S. 419 Mitteilungen gemacht. Vergl. ferner Selvatico.

Sehr eigentümlich sind die direkten Fortsätze des Herzens und daher das Vorhandensein von Blutgefässen in den Schwanzborsten der Ephemeridenlarven (Eintagsfliegen). Die letzte Herzkammer verjüngt sich gegen das Körperende hin und teilt sich dann in drei dünne röhrenförmige Gefässe, welche einzeln in die drei Schwanzborsten einmünden und bis in die Spitze derselben reichen. Die Gefässe verlaufen unter der Oberseite der Borsten. Wie S. 543 dargelegt ist, sind die Herzklappen bei allen Insekten nach vorn gerichtet, weil das Blut von hinten nach vorn strömt; bei den Ephemeridenlarven ist das Klappenpaar der letzten Herzkammer nach hinten gerichtet, weil von dieser Kammer das Blut in entgegengesetzter Richtung, nämlich in die Schwanzborsten zu fliessen hat. Bei den Zusammenziehungen des Herzens empfängt der verlängerte Abschnitt desselben im letzten Hinterleibsringe einen Teil der in der letzten Herzkammer befindlichen Blutmenge, welche sie durch selbständige Kontraktionen in die Gefässe der Schwanzborsten treibt. Diese Gefässe haben Oeffnungen vor dem Ende, durch welche das Blut in den Hohlraum der Borste tritt und wieder zurückströmen kann, um von der Leibeshöhle aufgenommen zu werden. Vielleicht

stehen diese Blutgefässe in direkter Beziehung zur Atmung, S. 526. (Zimmermann, Creutzburg.)

Längs des Herzstranges, und zwar zu beiden Seiten desselben, finden sich in meist strangförmiger Anordnung Zellen, welche zu der Blutzirkulation enge Beziehungen haben (Perikardialzellen, Fig. 300 z, S. 554). Bei den Larven von *Chironomus* liegen sie gruppiert, bei denjenigen von *Culex* sind sie segmentweise angeordnet. Bei den Schmetterlingsraupen beschränken sich die Perikardialzellen nicht auf die Umgebung des Herzens, sondern setzen sich strangweise nach den Seiten zu fort und bilden zwischen dem Fettkörper ein Netz von körnigen Zellen. Andere Stränge lagern in der Umgebung der Stigmata und der grossen seitlichen Tracheenstämme. Die Perikardialzellen sind verschieden von den Zellen des Fettgewebes und von den Peritrachealzellen Frenzels.

Die Perikardialzellen und der guirlandenförmige Zellenstrang bestehen aus Zellen, welche die Aufgabe haben, das Blut zu reinigen und die dem Blute beigemengten fremden oder schädlichen Stoffe aus demselben auszuziehen. S. Biolog. Centralblatt. 6. Bd. 1886. S. 75; 9. Bd. 1889. S. 42—45. (Kowalewsky.)

Das Blut.

Wesentlich für die Kreislauforgane des Blutes ist nun das Blut selbst. Dieses ist bei den Insekten eine die Leibeshöhle und alle Hohlräume der anhängenden Organteile (Beine, Flügel, Fühler, Mundteile) ausfüllende und durchströmende Flüssigkeit, die meist farblos ist, bei manchen Arten aber eine gelbliche oder rötliche Färbung hat. Der bei manchen Käfern, z. B. Arten von *Coccinella, Timarcha* und *Meloë*, aus den Beingelenken abgesonderte gelbe Saft ist nach Leydig nur Blutflüssigkeit (Archiv für Anat. und Physiologie. 1859. S. 34). Bei pflanzenfressenden Insekten wird auch eine durch gelöstes Chlorophyll grünliche Farbe beobachtet. Grünes Blut findet sich bei Trichopterenlarven (F. Müller, Entom. Nachr. 1888. S. 275). Auch bräunliches oder violettes Blut kommt vor. Meistens ist die Blutflüssigkeit (das Serum) selbst die Trägerin des Farbstoffes; doch hat Graber nachgewiesen, dass bei gewissen Insekten die im Blute befindlichen Blutkörperchen mehr oder weniger mit lebhaft gelb oder rot gefärbten Fetttröpfchen besetzt sind, aus welchem Grunde dann das Blut infolge der Menge der Körperchen gelb oder rot erscheint.

Die Blutflüssigkeit der Insekten ist als eine Mischung von eigentlichem Blut und Chylus zu betrachten.

Im Blute sind die Blutkörperchen (Blutzellen) enthalten. Sie haben eine sehr geringe Grösse und sind zellenartig (Fig. 297). Ihre Beschaffenheit ist keineswegs bei allen eine übereinstimmende. Auch ihre Anzahl ist in den verschiedenen Entwicklungszuständen eines Individuums eine ungleiche. Die einzelnen Körperchen sind

oft mit Fetttröpfchen dicht besetzt. Die Menge der Körperchen nimmt bei den Larven mit deren Wachstum zu; kurz vor der Verpuppung sind sie am reichlichsten vorhanden. Während des Puppenzustandes nimmt die Blutmenge ab, und diese Verminderung erreicht ihren höchsten Grad bei dem vollständig ausgebildeten Insekt. (H. u. L. Landois.)

Uebrigens ist die Zahl der Blutkörperchen im Blute der Insekten verhältnismässig viel geringer als in demjenigen der Wirbeltiere.

Die Gestalt der Körperchen ist selbst bei demselben Individuum eine schwankende. Es finden sich alle möglichen Uebergänge von einer dünnen oder bikonvexen kreisrunden Scheibe bis zu langgestreckten, sogar stäbchenförmigen Gebilden. Am häufigsten finden sich rundliche, eiförmige oder birnförmige Körperchen. Sehr selten sind sternförmige oder vielmehr amöbenartig gestaltete Körperchen. Letztere Form kommt bei absterbenden Blutkörperchen vor (Cattaneo).

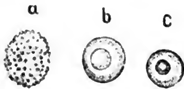


Fig. 297.
Drei Blutkörperchen. Nach Graber.
a, Blutkörperchen einer Heuschrecke, *Stenobothrus dorsatus*, von Fetttröpfchen dicht besetzt; b u. c, Blutkörperchen desselben Insekts, durch Liegen in Glyzerin von den Fetttröpfchen befreit.

Der Durchmesser der Blutkörperchen beträgt einige oder mehrere Tausendstel von einem Millimeter. Nach Graber messen die kreisrunden Blutscheiben des Pappelblattkäfers *(Lina populi)* 0,006 mm; von *Cetonia aurata* und *Zabrus gibbus* 0,008 bis 0,01 mm; von *Decticus verrucivorus*, *Ephippiger vitium* und *Oedipoda coerulescens* 0,011 bis 0,014 mm. Der längste Durchmesser der gestreckten Blutkörperchen des Laufkäfers *Carabus cancellatus* beträgt 0,008 mm; bei *Gryllus campestris, Locusta viridissima, Cossus ligniperda, Sphinx ligustri* (Puppe) und andern 0,008 bis 0,01 mm; bei *Caloptenus italicus*, *Saturnia pyri*, *Anax formosus* und andern 0,011 bis 0,014 mm; bei *Ephippiger vitium*, *Oedipoda coerulescens, Pezotettix mendax, Zabrus gibbus, Phryganea* und andern 0,012 bis 0,022 mm; bei *Stenobothrus dorsatus* und *variabilis* 0,012 bis 0,035 mm. Grösser sind die Blutkörperchen des Maikäfers *(Melolontha vulgaris)*, da der nahezu gleiche Durchmesser sich auf 0,027 bis 0,03 mm beläuft.

Hermann und Leonhard Landois fanden bei Untersuchung der Blutkörperchen junger Pappelschwärmerraupen (*Smerinthus populi*), dass die Blutkörperchen in den ersten Tagen des Raupenlebens an Grösse abnehmen, darnach aber wiederum wachsen und dann konstant bleiben. Die Grössenabnahme hängt vielleicht mit der Vermehrung der Körperchen in den ersten acht Tagen des Raupenzustandes zusammen.

In frisch abgelassenem Blute schwimmende Körperchen sind in ihrer ganzen Ausdehnung von nahezu gleicher Beschaffenheit,

das heisst ihr Inhalt ist nicht in nebeneinander liegende Teilchen differenziert, wie früher angenommen wurde. Die Substsnz der Blutkörperchen ist gelblich, z. B. bei *Cetonia aurata, Sphinx ligustri, Cossus ligniperda* und andern, oder völlig farblos, z. B. bei *Mormidea nigricornis, Syromastes marginatus* und *Oecanthus pellucens.*

Die gelbe Färbung der Blutkörperchen mancher Insekten rührt, wie schon erwähnt, von sehr winzigen Fettkügelchen her, welche die Oberfläche der Blutkörperchen bedecken (Fig. 297 a). Tief pomeranzengelb ist das Blut der *Galeruca tanaceti* (eines schwarzen am Boden lebenden Blattkäfers). Die Oberfläche der 0,017 bis 0,008 mm im Durchmesser messenden Blutkörperchen ist mit Fettkügelchen dicht bedeckt; die Körperchen selbst sind farblos. Erhält das Blut einen Zusatz von Aether und Essigsäure, so verlieren die Körperchen die ihnen anhaftenden Fettpartikelchen, namentlich bei Erwärmung, die bis zum Sieden zu steigern ist. Nach dieser Behandlung gleichen jene Blutkörperchen den farblosen (weil fettlosen oder fettärmeren) Blutkörperchen der meisten übrigen Insekten.

Hinsichtlich der Natur der Körperchen kommt Graber zu dem Schlusse, dass sie den Elementen des nachher zu besprechenden Fettkörpers ähnlicher sind als eigentlichen Zellen. Gegen die Zellennatur spricht namentlich der Umstand, dass die Blutkörperchen bei längerem Stehen miteinander verschmelzen und Stränge bilden. Bei Schrumpfung oder auch bei verschiedener Behandlung des Blutes kommt in den Blutkörperchen zuweilen ein deutlicher Kern zum Vorschein (Fig. 297 b, c).

Neben den Blutkörperchen finden sich in dem Blute der Insekten runde Körperchen, welche für Fettzellen zu halten sind. Sie sind kreisförmig und meist grösser als die Blutkörperchen, haben eine scharfe glatte dunkle Kontur und einen stets kreisrunden Kern.

Bei Zusatz von destilliertem Wasser nehmen die Blutkörperchen, sowohl die rundlichen wie die gestreckten, die Form praller, sehr blasser Kugeln an, in denen der Kern sich scharf kennzeichnet. In anderen Fällen wurden Blutkörperchen bei Wasserzusatz zerstört.

Ammoniakwasser wirkt auf die Blutkörperchen ähnlich ein wie destilliertes Wasser.

In Schwefelsäure bleiben die Blutkörperchen anfangs unverändert, später werden ihre Konturen schärfer, nach einigen Wochen sind sie völlig zerstört.

Bei Einwirkung von elektrischen Schlägen auf das Blut erscheinen die Körperchen anfangs nicht oder wenig verändert. Nach andauernder Wiederholung der Schläge wird eine Scheidung der Substanz der Blutkörperchen in eine centrale (Kern) und eine peripherische Schicht beobachtet.

Wird das Blut niedrigen Kältegraden ausgesetzt, so

bleiben die Körperchen intakt, selbst dann, wenn das Blut stundenlang in gefrorenem Zustande belassen wurde.

* * *

Die Bildungsstätte der Blutkörperchen sind Gewebe, welche dem Fettkörper sehr ähnlich sind. Diese Blutbildungsherde lösen sich zu gegebener Zeit in Zellen (Blutkörperchen) auf. Die Lageplätze der Blutbildungsherde sind nicht überall die gleichen. Bei den Raupen der Lepidopteren finden sich die blutbildenden Gewebe in der Brust, und zwar in der Nähe der Flügelanlage; bei Blattwespenlarven *(Lyda)* im ganzen Brustabschnitt und im Hinterleibe; bei Fliegenmaden *(Musca)* im hintersten Teile des Hinterleibes vor den grossen Endstigmen. Es ist bemerkenswert, dass die Blutbildungsherde stets im Zusammenhange mit dem Fettkörper auftreten. Während aber meistens der Fettkörper als das Bildungsmaterial der blutbildenden Gewebe anzusehen ist, erscheinen bei Lepidopterenraupen auch die Tracheenmatrix und bei Dipterenmaden Wucherungen der Hypodermis als Blutbildungsherde. (Cäsar Schäffer.) — Man vergleiche ferner v. Wielowiejski „Ueber das Blutgewebe", sowie das Kapitel über den „Fettkörper", S. 565.

Der Kreislauf (die Zirkulation) des Blutes.

Wenn wir kleine durchsichtige Insektenlarven, die wir namentlich häufig im Wasser finden, einzeln unter dem Mikroskop beobachten, nachdem wir sie so gelegt haben, dass wir ihre Rückenseite sehen, dann bemerken wir, dass das Blut mit den Blutkörperchen in dem Herzschlauche und zu beiden Seiten desselben strömt, in jenem vorwärts, beiderseits desselben rückwärts (S. 542, Fig. 294, in der Richtung der Pfeile).

Bei dem Durchströmen der ganzen Körperhöhle zirkuliert das Blut in den durch die Wandungen der Organe allein gebildeten Bahnen (nicht in eigenen Gefässen) durch alle Glieder. Da nun der Blutstrom ausserhalb des Herzens stets vom Kopfe aus rückwärts geht, so tritt er auch in die Fühler, Beine, Flügel und Kiemenblätter an der dem Kopfe zugewendeten Seite hinein und geht an der dem Körperende zugewendeten Seite jener Anhänge wieder zurück (Fig. 294).

Carus beobachtete, dass im Insektenflügel (namentlich in den Flügeln der Perliden) die Blutströmung am Vorderrande einlaufend, am Hinterrande rücklaufend ist. Dieser Verlauf ist erklärlich, weil die seitliche Strömung im Hohlraum des Körpers seinen Weg vom Kopfe zum Hinterleib nimmt.

Die Blutzirkulation in den Flügeln ist jedoch nicht bei allen Insekten vorhanden, z. B. nicht bei den Hymenopteren. Untersuchen wir aber frisch aus der Puppe geschlüpfte Insekten, so sehen wir in deren Flügeln einen kräftigen Säftefluss.

Ebenso ist in den Fühlern ein einlaufender und ein rücklaufender Blutstrom zu erkennen (Fig. 298). Wird der Fühler durchschnitten, so erfolgt pulsierend eine beträchtliche Blutung. Dasselbe ist der Fall in den Schwanzfäden der Ephemeriden (Eintagsfliegen). Vergl. S. 544.

Auch in den Schuppen der Schmetterlingsflügel ist eine Zirkulation des Blutes beobachtet worden (Jäger, Isis 1837, V. S. 512).

Schon Carus wusste (1829), dass die Ausdehnung des Blutstroms sehr von der Energie der Lebensfunktionen abhängt, indem bei kräftigen, gesunden Insektenlarven das Blut durch alle Körperanhänge zirkuliert; dass hingegen bei sinkender Lebenskraft der Blutstrom verschwindet und sich zurückzieht, bis endlich nur noch die grossen seitlichen Ströme im Hinterleibe und die Strömung im Herzen sichtbar bleiben.



Fig. 298.
Fühler (Antenne) eines Insekts mit den Blutwegen. Der Pfeil ↑ bezeichnet den Eintritt des Blutes in den Fühler, der Pfeil ↓ den Austritt des Blutes aus demselben. Nach C. G. Carus.

Die Kontraktionen des Herzens, welche wir gleichfalls bei durchsichtigen Insektenlarven im Wasser unter dem Mikroskop beobachten können, sind beim gesunden Insekt sehr regelmässig und energisch, während unaufhörlich Blut mit Blutkörperchen aus der Leibeshöhle durch die Spalten (Fig. 295 o_1) in das Herz eindringt und durch dieses vorwärts treibt in die Aorta und von letzterer in den Kopf und rückwärts in alle Körperräume.

Die Kontraktionen beginnen in der hinteren Kammer, deren Kontraktion unmittelbar diejenigen der übrigen Kammern im Gefolge hat. Jene gehen rhythmisch von statten. Ausdehnung (Diastole) und Zusammenziehung (Systole) wechseln ziemlich gleichmässig miteinander ab. Doch überdauert zuweilen die Systole die Diastole. Die Anzahl der Kontraktionen ist bei der *Corethra*-Larve meist ziemlich gering, sie beträgt gewöhnlich 12 bis 14 in einer Minute. Die Systole und Diastole dauern zusammen 5 bis 6 Sekunden. Bei der Diastole, also bei der Ausdehnung des Herzens, öffnen sich die Klappen, um das aufgenommene Blut schnell durchzulassen, aber noch während der Ausdehnung schliessen sie sich wieder, damit das vorwärtsströmende Blut nicht wieder zurückweicht. Das Blut tritt aus der Körperhöhle sowohl durch die grossen Oeffnungen der hintersten Kammer, als auch durch die seitlichen Oeffnungen. Der stärkste Zufluss findet durch die hintersten Oeffnungen statt. Deshalb ist der Ursprung der Kontraktionen eben hinten. Indes sind die einzelnen Herzkammern selbständig. Wenn nämlich der Herzschlauch unterbunden oder durchschnitten wird, so hören die Kontraktionen desselben nicht auf.

Wenn das Blut das Herz und die Aorta in ihrer ganzen Länge schnell durchströmt hat, so tritt es aus den Oeffnungen am vorderen Ende der Aorta heraus und fliesst sehr langsam zu den übrigen Organen des Körpers und in die Körperhöhle, bis es wieder in das Herz eintritt, um denselben Kreislauf zu wiederholen.

Der Impuls zu den Kontraktionen des Herzens geht von den S. 543 geschilderten apolaren Nervenzellen aus, welche durch ihre Einwirkung auf die zarten Herzmuskeln diese die Bewegungen der Herzkammern, nämlich Ausdehnung und Zusammenziehung, ausführen lassen.

Gleichwie bei der Atmung sind die Kontraktionen des Herzens langsam, wenn das Insekt sich ruhig verhält, sie beschleunigen sich aber, sobald es sich bewegt oder erregt. Ein äusserer mechanischer Reiz, welcher auf irgend einen Körperteil des Insekts ausgeübt wird, genügt, den Herzschlag zu beschleunigen. Auch diese Thatsache können wir an Larven beobachten, deren Körperhaut durchsichtig ist. Professor Dogiel, der bei seinen Untersuchungen über die Wirkung äusserer Einflüsse auf die Herzkontraktionen der *Corethra*-Larve zu lehrreichen Resultaten gekommen ist, berichtet, dass die Larve von *Corethra plumicornis* (Mücke) während der Ruhe 12 bis 16 oder 18 Herzkontraktionen in einer Minute zeigt, und dass eine Beschleunigung derselben bis auf 22 in demselben Zeitraum stattfindet, sobald die Larve beunruhigt wird.

Wie auffallend der Unterschied in der Stärke der Pulsationen ist, wenn das Insekt ruht oder sich mässig oder rapide bewegt, lehren die Beobachtungen Newport's am Ligusterschwärmer (*Sphinx ligustri*). Bei diesem und ebenso bei seiner Raupe hat das Herz 60 bis 70 Schläge in der Minute, wenn das Insekt ruht; schon gegen 100, wenn es sich mässig bewegt, und 140 bis 150, wenn es abends rapide die Luft durcheilt.

Gross sind auch die Unterschiede in der Zahl der Herzschläge je nach dem Entwicklungszustande. Nach Suckow lässt die Raupe von *Lasiocampa pini* (Kiefernspinner) 30, die Puppe nur 18, der entwickelte Schmetterling 50 bis 60 Herzschläge in der Minute erkennen.

Auch die Temperatur übt naturgemäss eine Wirkung auf den Herzschlag aus, genau wie bei den Wirbeltieren. Eine Erniedrigung der Temperatur verlangsamt den Herzschlag, eine Erhöhung derselben beschleunigt ihn.

Wie Dr. Scheiber mitteilt, zeigte das Herz von *Gastrus*-Larven, welche Tags zuvor aus dem Magen eines Pferdes genommen waren, 40 bis 44 Schläge in einer Minute, Schröder van der Kolk hatte an den Larven von *Gastrus equi* nur 30 Pulsschläge beobachtet. Wenn diese Larven aber in eine Temperatur, welche der des menschlichen Körpers gleichkommt, gebracht werden, so steigt die Temperatur auf 60 Grad. Daraus darf gefolgert werden, dass die Larven im natürlichen Zustande während ihres Aufenthaltes innerhalb des

tierischen Körpers viel energischer atmen, als ausserhalb desselben in einem kühleren Raume.

Aeltere Raupen des Seidenspinners *(Sericaria mori)* zeigten 30 bis 40 Herzschläge in der Minute; sobald aber die Temperatur um 8 oder 10 Grad erniedrigt war, nur 6 bis 8 Schläge in derselben Zeit. (Herold.)

Die Wirkung der Elektrizität auf die Herzthätigkeit besteht nach den Versuchen Dogiel's darin, dass die Reizung mit dem Induktionsstrom eine Beschleunigung des Herzschlags im Gefolge hat, dass aber eine Verstärkung des Stromes den Herzschlag verlangsamt oder aufhören macht. Wird die Reizung aufgehoben, so beschleunigt sich der Herzschlag wieder. Eine starke Reizung mit dem Induktionsstrom ruft im Zustande der Systole einen anhaltenden Stillstand des Herzens hervor; wird die Reizung dauernd unterbrochen, so machen sich die Herzkontraktionen nach einiger Zeit, je nach der Stärke der Reizung, wieder bemerkbar. Es zeigen sich in diesem Falle aber Störungen in der Regelmässigkeit, der Stärke und der Ordnung der Kontraktionen.

Die Wirkung der Gifte in Dampfform oder als wässerige Lösung auf den Herzschlag der Insekten ist gleichfalls ähnlich wie bei den Wirbeltieren. Die Applizierung von Kohlenoxyd (CO) auf die *Corethra*-Larve, deren Herz in einer Minute vor der Vergiftung 15 Pulsationen zeigte, beschleunigte den Herzschlag innerhalb 55 Minuten auf 25 Pulsationen in einer Minute. Später trat wieder eine Verlangsamung ein. Aehnlich wirkt Kohlensäure (CO_2). Ausserdem hat Dogiel bei seinen Versuchen Schwefelwasserstoff ($H_2 S$), Ammoniak (NH_3), Aethyl-Alkohol ($C_2 H_5 OH$), Chloroform ($CHCl_3$), Oxalsäure ($C_2 H_2 O_4$), Karbolsäure ($C_6 H_6 O$), arsenige Säure ($Ar_2 O_3$), salpetersaures Kali (KNO_3), Strychnin ($C_{21} H_{22} N_2 O_2$), Muscarin, Atropin, Curare usw. verwendet, welche teils eine beschleunigende, teils eine verlangsamende Wirkung auf die Herzthätigkeit im Gefolge haben.

Ueberblicken wir die ganze Reihe der geschilderten Experimente und Beobachtungen, so erfahren wir, dass die Bedingungen, welche Veränderungen im Herzschlage der *Corethra*-Larve hervorrufen, in drei Abteilungen zerfallen:

I. Bedingungen, welche eine Beschleunigung des Herzschlags hervorrufen:
   1. die Bewegung;
   2. die Wärme;
   3. a) ein Induktionsstrom bei schwacher Wirkung;
      b) Ammoniak " " "
      c) Aethyläther " " "
      d) Oxalsäure " " "
      e) Karbolsäure " " "
      f) salpetersaures Kali " " "
      g) Aconitin " " "

II. Den Herzschlag verlangsamende Bedingungen:

1. die Ruhe;
2. die Kälte;
3. a) ein Induktionsstrom bei energischer Wirkung;
   b) Ammoniak " " "
   c) Aethyläther " " "
   d) Oxalsäure " " "
   e) Karbolsäure " " "
   f) Veratrin " " "
   g) Atropin " " "
   h) Aconitin " " "
   i) salpetersaures Kali " " "
4. Aethyl-Alkohol;
5. Chloroform;
6. Chloralhydrat;
7. Kohlenoxyd;
8. Kohlensäure;
9. Schwefelwasserstoff.

III. Indifferent für die Thätigkeit des Herzens sind:

1. Muskarin; 2. Curare; 3. Atropin bei schwacher Wirkung; 4. Strychnin.

Die vorstehend erwähnten Bedingungen gehören hauptsächlich zu jenen, welche bekanntlich bei den Wirbeltieren die Thätigkeit der motorischen Nervenganglien des Herzens und der Muskelfasern verändern. Daraus wäre zu folgern, dass das Herz der *Corethra*-Larve aus Muskelfasern nebst Ganglien besteht, und dass die Kontraktionen der Muskelfasern durch Ganglien hervorgerufen werden. Da aber Muskarin, Atropin und Curare, deren Wirkung auf den Hemmungsapparat des Herzens der Wirbeltiere bekannt ist, bei den Insekten entweder ohne Wirkung bleiben oder den Herzschlag nur verlangsamen, so geht daraus hervor, dass das Herz der *Corethra*-Larve keinen ähnlichen Hemmungsapparat besitzt, wie er sich bei den Wirbeltieren findet; und das ist durch anatomische Studien auch bestätigt. Dagegen wirkt Aconitin, wie aus den Beobachtungen geschlossen werden muss, ausschliesslich auf die motorischen Centren und die Muskeln, aber nicht auf den Hemmungsapparat, der ja am Herzen der *Corethra*-Larve auch nicht gefunden wird.

Nähere Angaben über die vorstehend mitgeteilten Versuche finden sich bei Dogiel.

* * *

Es ist augenscheinlich, dass die Zirkulation des Blutes durch die rhythmischen Kontraktionen des Herzrohrs zum Teil unterhalten wird. Das Blut wird von hinten nach vorn stufenweise durch das Herz getrieben; die Pulsationen desselben finden also nacheinander statt, und zwar dementsprechend von hinten nach vorn. Der Rückfluss

von einer vorderen Kammer in die hintere wird durch den Klappenverschluss verhindert.

Indes reicht für die Verteilung des Blutes in der Leibeshöhle und bis in alle Anhangsorgane die Herzthätigkeit allein nicht aus. Sowohl um das arterielle Blut in alle Körperteile zu treiben, als auch um das venöse, aus der Leibeshöhle in den das Herz umgebenden Blutraum (den Perikardialsinus) zurückzuführen, bedarf es eines umfänglichen Druckes auf die Blutflüssigkeit in einem Teile der Leibeshöhle, infolgedessen ein Abfluss in einen anderen Teil derselben stattfindet. „Die Flüssigkeit strömt von dem Punkte höheren Druckes an der kontrahierten Stelle an den Punkt geringeren Druckes an der nicht kontrahierten." Dieser wichtige Satz gilt für alle Saftströmungen in der ganzen Tierreihe. (Preyer.)

Der propulsatorische Apparat für die Blutflüssigkeit im Organismus der Insekten ist von Graber entdeckt und beschrieben worden.

Unterhalb des Herzrohres ist eine aus flachen Muskelbündeln bestehende, beiderseits an die Seiten der Rückenwandung des Hautskeletts befestigte Haut ausgespannt (Fig. 299 ds), und zwar in der Weise, dass beiderseits von jeder Rückenschiene des Hinterleibes aus einem Punkte gegen die Mittellinie des Körpers zu flügel- oder fächerartig sich ausbreitende und deswegen „Flügelmuskeln" genannte Muskelbündel entspringen. Diese ausgespannte Haut ist das sogenannte Perikardialseptum (Diaphragma); es trennt die das Herz enthaltende Rückenkammer (dorsaler Blutsinus, Pericardialsinus, Fig. 300 A) von der Leibeshöhle (Eingeweidesinus). Das Septum ist mit dem Herzen nur mittelbar durch zwischengelagerte Perikardialzellen verbunden (Fig. 300 z), kann also nicht, wie bisher fälschlich angenommen wurde, die Erweiterung (Diastole) des Herzens besorgen. Im Durchschnitt erscheint das Septum wie es in Fig. 300 ds veranschaulicht ist.

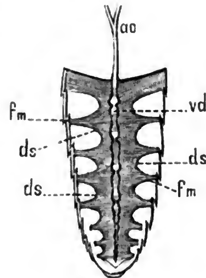


Fig. 299.

Hinterleib der Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris*); Rückenteil, von unten gesehen, mit dem gegliederten Rückengefäss (Herz); ao, Aorta; ds, dorsales Zwerchfell (Septum) mit den seitlichen Flügelmuskeln (fm), unterhalb des Rückengefässes. Nach Graber.

Die propulsatorische Funktion dieses Apparates tritt nun in folgender Weise in Wirksamkeit. Wenn die Muskeln des Septums (ds) sich zusammenziehen, so rückt dieses infolgedessen nach unten, geradeso wie unser Zwerchfell bei der Atmung. Infolge des Druckes auf die in der Bauchhöhle befindlichen Eingeweide muss das zwischen diesen befindliche Blut ausweichen und durch die Lücken des Perikardial-

septums in den Raum der Rückenkammer eintreten, worauf es bei gleichzeitiger Ausdehnung des Herzrohrs durch die Ostien in dieses aufgenommen wird.

Die Rückenkammer ist ein zum grösseren Teile mit einem schwammigen Zellgewebe (z) und Tracheen (tr) angefüllter Hohlraum (Fig. 300 A). Sie ist kein echter Perikardialsinus (Herzbeutelraum), wie bei den Krebsen, bei denen sie von einem besonderen bindegewebigen Sacke umschlossen ist, sondern seine Grenzen sind oben und seitlich die allgemeine Körperdecke. Wegen der zahlreichen in sie einmündenden, dicht netzförmig verstrickten Luftröhren (von Graber bei Heuschrecken untersucht) ist die Rückenkammer für einen Atmungsherd zu halten, wo das aus den Körperräumen zurückkehrende venöse Blut gereinigt wird, bevor es wieder in das Herzrohr aufgenommen wird. Vergl. S. 540, 545 u. 568.

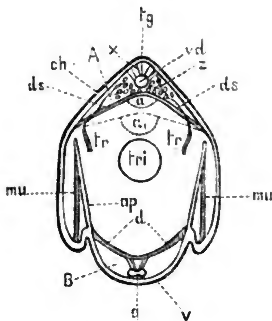


Fig. 300.
Querschnitt durch den Hinterleib einer Heuschrecke (*Acridium*). Nach Graber.
tg, Rückenseite; v, Bauchseite; ch, äussere Körperhaut; A, dorsaler Blutsinus (Rückenkammer); z, Perikardialzellen; tr, in den Blutsinus mündende Tracheen; vd, Herz; x, das Herz an der Rückenwandung befestigende Muskeln (Herzsuspensorium); ds, Diaphragma (Septum), welches den dorsalen Blutsinus von der Leibeshöhle trennt; a, Lage des Septums bei der Verengung der Rückenkammer; a_1, Lage des Septums bei der Erweiterung der Rückenkammer; B, ventraler Blutsinus (Bauchkammer); d, Diaphragma (Septum), welches die Bauchkammer von der Leibeshöhle trennt; g, Ganglienkette; ap, rippenartige Fortsätze des Hautskeletts; mu, Seitenmuskeln, welche bei der Atmung die Ausdehnung des Hinterleibes besorgen; tri, Darm.

Bei manchen Insekten (Libellen, Orthopteren) befindet sich auch an der Bauchseite ein durch ein Septum abgegrenzter Raum, der ventrale Blutsinus (Fig. 300 B). Dieser ist dadurch entstanden, dass die Bauchwand eine Rinne bildet, zwischen deren Rändern eine Haut ausgespannt ist. Innerhalb liegt die Ganglienkette des Hauptnervensystems. Wird die Haut gespannt, so steigt sie in die Höhe und lässt Blut in die Bauchkammer ein, welches längs des Bauchmarkes nach rückwärts strömt.

Aus allem diesem geht hervor, dass die Existenz eines Blutumlaufs bei den Insekten eine ausgemachte Sache ist; aber die Blutbahnen sind viel weniger ausgebildet als bei den höheren Tieren. Von einem eigentlichen Gefässsystem tritt fast nur das pulsierende, das heisst den Blutstrom stufenweise durchlassende Rückengefäss in die Erscheinung.

* * *

In neuerer Zeit ist eine teilweise selbständige Fortbewegung der Blutkörperchen bei Gliedertieren beobachtet worden. Die Eigenbewegung der Blutkörperchen giebt sich nicht nur als ein Fortkriechen kund, wie bei den weissen Blutkörperchen der Wirbeltiere, sondern es handelt sich auch um eigentliche Schwimmbewegungen. Es ist der frühzeitig verstorbene Entomotom Dr. H. Dewitz, von welchem diese Entdeckungen gemacht sind. Er untersuchte den vom Körper abgetrennten Hinterflügel eines eben ausgeschlüpften, noch weissen Mehlkäfers, *Tenebrio molitor*. Das Matrixgewebe im Innern des Flügels bildet ein mit Blutflüssigkeit gefülltes Maschenwerk. War der Blutstrom im Innern des abgeschnittenen Flügels zur Ruhe gekommen, so gelang es leicht, durch Klopfen mit einem eisernen Gegenstande auf den festgeklemmten Objektträger, auf welchem sich der Flügel befand, oder durch Erwärmen auf dem von demselben Autor im Archiv für mikroskopische Anatomie (Bd. 30, S. 666—668) beschriebenen Apparate das eine oder andere der Blutkörperchen zum Weiterschwimmen anzuregen. Schickt sich ein Blutkörperchen zur Bewegung an, so sehen wir es oft zuerst zucken oder wackeln; auch verändert es dabei seine Form. Dann bewegt es sich vorwärts, und zwar ebenso wie vorher die noch nicht zur Ruhe gekommenen. Steht es still, so kann es noch einige Male durch Klopfen zur Wiederaufnahme der Bewegung angetrieben werden. „Mag man noch so sehr an dieser Eigenbewegung der Blutkörperchen zweifeln, wer einmal die gewissermassen widerwillige, springende Fortbewegung eines Blutkörperchens im Flügel von *Tenebrio molitor* mit der gleichzeitigen Aenderung des Aussehens und der Gestalt des Körperchens gesehen hat, wird sicher von der Richtigkeit überzeugt sein.“

Auch mit dem Wärme-Apparat ist die Eigenbewegung der Blutkörperchen hervorzurufen. Sobald die Körperchen in dem abgeschnittenen Flügel stille liegen, wird der Apparat erwärmt; und wir sehen dann, wie einige der Körperchen anfangen zwischen den Maschen durchzusegeln. Nach der Abkühlung hört die Fortbewegung auf; sobald aber die Temperatur wieder um einige Grade steigt, bewegen sich die Körperchen wieder vorwärts.

Um die Eigenbewegung der Blutkörperchen zu erklären, nimmt Dewitz an, dass sie Blutflüssigkeit aufnehmen [und wieder ausstossen und auf diese Weise ihre Fortbewegung bewirken. Diese Eigenbewegung soll nötig sein, da nicht anzunehmen ist, dass der Blutstrom so geregelt werden sollte, dass die Blutkörperchen auf ihrem Wege nicht hängen bleiben, sondern sogar aus den entlegensten Spitzen der Fühler und Beine wieder zurückkehren. — Selbstverständlich muss die Haupttriebkraft für die Blutzirkulation von dem propulsatorischen Apparat und vom Herzen ausgehen.

Litteratur über die Kreislauforgane des Blutes.

Meckel, J. F., Ueber das Rückengefäss der Insekten. (Meckel's Archiv. Bd. 1. 1815. S. 469—476.)

Müller, J. G., De vasi dorsali Insectorum. Berolini, 1816. 8⁰. 22 S.

Serres, P. Marcell de, Observations sur les usages du vaisseau dorsal dans les animaux articulés. (Ann. du Mus. d'Histoire nat. 1818. T. 4. S. 149—192, 313—380. 2 Taf. — T. 5. 1819. S. 59—147. Mit 1 Taf.)

Herold, Physiologische Untersuchungen über das Rückengefäss der Insekten. (Schriften d. Gesellsch. z. Beförderung d. Naturk. in Marburg. 1823. T. 1. S. 41—107.)

Carus, C. G., Entdeckung eines einfachen vom Herzen aus beschleunigten Kreislaufes in den Larven netzflügliger Insekten. Leipzig, 1827. 4⁰. Mit 3 Taf.

—, —, Fernere Untersuchungen über Blutlauf in Kerfen. (Acta Acad. Leopold. Carol. 1831. T. 15. Part. 2. S. 1—18.)

Stadelmayr, L., Ansichten vom Blutlauf nebst Beobachtungen über das Rückengefäss der Insekten. Diss. München, 1829. 24 S.

Berthold, Beiträge zur Anatomie, Zoologie und Physiologie. Göttingen, 1831.

Treviranus, G. R., Ueber das Herz der Insekten, dessen Verbindung mit den Eierstöcken und ein Bauchgefäss der Lepidopteren. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. d. Physiologie, von F. Tiedemann. G. R. u L. C. Treviranus. 1832. Bd. 4. S. 181—184.)

—, —, Beobachtungen aus der Zootomie und Physiologie. Bremen, 1839.

Bowerbank, J. S., Observations on the Circulation of the Blood in Insects. Mit 1 Taf. (Entom. Mag. 1833. Vol. 1. S. 239—244. — Müller's Archiv f. Physiolog. 1834. T. 1. S. 119—120.)

—, —, Observations on the Circulation of Blood and the Distribution of the Tracheae in the Wing of *Chrysopa perla*. (Entom. Mag. 1837. Vol. 4. S. 179—185.)

Behn, W., Découverte d'une circulation de fluide nutritif dans les pattes de plusieurs insectes hémiptères. (Ann. Sc. natur. 1835. Sér. 2. T. 4. S. 1—12.)

Wagner, R., Beobachtungen über den Kreislauf des Blutes und den Bau des Rückengefässes bei den Insekten. (Isis, 1832. III. S. 30; VII. S. 320—331, 778—783. Mit Fig.)

—, —, Ueber Blutkörperchen bei Regenwürmern, Blutegeln und Dipterenlarven. (Müller's Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1835. S. 311—313.)

—, —, Nachträge zur vergleichenden Physiologie des Blutes. (Archiv f. Anat. u. Physiologie. 1838.)

Newport, G., „Insecta“ in Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. 1839. Part. 17 u. 18. London. 8⁰. S. 853—994. — Ueber die Blutzirkulation S. 976 ff.

Duvernoy, G. L., Résumé sur le fluide nourricier, ses réservoirs et son mouvement dans tout règne animal. (Annal. Scienc. natur. 1839. Sér. 2. T. 12. S. 300—346.)

Newport, G., On the Structure and Development of the Blood. First Series. The Development of the Bloodcorpuscule in Insects and other Invertebrata, and its comparison with that of Man and the Vertebrata. (Abstr. of the Paper Roy. Soc. 1845. T. 5. S. 544—546. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 3. 1845. T. 3. S. 364—367. — Erichson, Bericht f. 1845. S. 5.)

Schröder van der Kolk, J. S. C., Mémoire sur l'Anatomie et Physiologie du *Gastrus equi.* Mit 13 Taf. (N. Verhandl. d. 1. Kl. Nederl. Instit. D. 11. 1845. S. 1—155.)

Nicolet, H., Note sur la circulation du sang chez les Coléoptères. (Annal. Scienc. natur. 1847. Sér. 3. T. 7. S. 60—64.)

Verloren, C., Mémoire en réponse à la question suivante: éclaircir par des observations nouvelles le phénomène de la circulation dans les insectes, en recherchant si on peut la reconnaître dans les larves de différents ordres de ces animaux. (Mém. couronn. et Mém. d. savants étrang. de l'Acad. Roy. d. Belgique. T. 19. 1847.)

Bassi, C. A., Rapporto alla sezione di zoologia, anatomia comparata e fisiologia del congresso di Venezia, sul passagio delle materie ingerite nel sistema tracheale degli Insetti. (Gazette di Milano. 1847. T. 6.)

—, —, Rapport relatif au passage des substances, introduites dans le système trachéen des incectes. Uebersetzung voriger Abhandlung. (Annal. Scienc. natur. Zool. 3. Sér. 1851. Vol. 15. S. 362—371.)

Blanchard, E., De la circulation dans les Insectes. (Ann. Scienc. natur. 1848. Sér. 3. T. 9. S. 359—398. Mit 5 Taf.)

—, —, Sur la circulation du sang chez les Insectes et sur la nutrition. (Compt. rend. Acad. Scienc. Paris, 1849. T. 28. S. 76—78; 1851. T. 33. S. 367—370.)

Joly, N., Mémoire sur l'existence supposée d'une circulation péritrachéenne chez les insectes. (Ann. Scienc. natur. Zool. 3. Sér. 1849. T. 12. S. 306—316.)

Agassiz, Louis, On the circulation of the fluids in Insects. (Proceed. Americ. Associat. for the Advanc. of Science. 2. Meet. 1849. S. 140—143.)

—, —, Note sur la circulation des fluids chez les Insectes. Uebersetzung voriger Abhandlung. (Annal. d. Scienc. natur. Zool. 3. Sér. Vol. 15. 1851. S. 358—362.)

Blanchard, E., Nouvelles observations sur la circulation du sang et la nutrition chez les insectes. (Ebenda. S. 371—376.)

Dufour, L., Études anatomiques et physiologiques sur une Mouche, dans le but d'éclairer l'histoire des métamorphoses et de la prétendue circulation dans les insectes. (Annal. Scienc. natur. Zool. Sér. 2. 1841. T. 16. S. 5—14.)

Dufour, Note sur la prétendue circulation dans les insectes. (Compt. rend. Acad. Paris, 1844. T. 19. S. 188—189.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques sur une Mouche, dans le but d'éclaircir l' histoire des métamorphoses et de prétendue circulation des insectes. (Mém. Mathémat. des Savants étrangers. Paris, 1846. T. 9. S. 545—628. Mit 1 Taf.)

—, —, Sur la circulation dans les insectes. Bordeaux, 1849. 8⁰. 40 S. (Compt. rend. Acad. Scienc. Paris, 1849. T. 28. S. 28—33, 101—104, 163—170.)

—, —, De la circulation du sang et de la nutrition chez les insectes. Bordeaux, 1851. 8⁰. 9 S. (Act. Soc. Linn. Bordeaux, 1851. T. 17. Livr. 4.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques, et observations sur les larves des Libellules. Appareil circulatoire. (Annal. Scienc. natur. III. Sér. Zoologie. Vol. 17. 1852. S. 98—101. Mit 1 Taf.)

Leydig, F., Anatomisches und Histiologisches über die Larve von *Corethra plumicornis*. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. III. 1851. S. 435—451.)

Wedl, C., Ueber das Herz von *Menopon pallidum*. (Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. Wien, 1855. Bd. 17. S. 173—180.)

Scheiber, S. H., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestriden-Larven. (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturwiss. Cl. 41. Bd. Nr. 16. 1860. S. 409—496. Mit 2 Taf.) Das Zirkulationssystem. S. 463—490.

Brauer, Fr., Beitrag zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Stigmenplatten der *Gastrus*-Larven. (Verhdl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien. 13. Bd. 1863. Abh. S. 133—136.)

Landois, H., Beobachtungen über das Blut der Insekten. Mit 3 Taf. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 14. 1864. S. 55—70.)

—, — u. L. Landois, Ueber die numerische Entwicklung der histiologischen Elemente d. Insektenkörpers. (Ebenda. Bd. 15. 1865. S. 307—327.)

Rollett, A., Zur Kenntnis der Verbreitung des Hämatins. (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 64. Bd.)

Graber, V., Ueber die Blutkörperchen der Insekten. Mit 1 Taf. (Sitzber. Akad. Wien. Math.-naturw. Classe. 64. Bd. 1. Abteilg. 1871. S. 9—44. — Referat: Lotos. 22. Jahrg. 1872. S. 152—154.)

—, —, Vorläufiger Bericht über den propulsatorischen Apparat der Insekten. (Sitzber. d. k. Ak. d. Wiss. Wien. 65. Bd. 1872. 16 S., 1 Taf.)

—, —, Ueber den propulsatorischen Apparat der Insekten. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. 9. Bd. 1873. S. 129—196. Mit 3 Taf.)

—, —, Ueber den pulsierenden Bauchsinus der Insekten. Mit 1 Taf. (Archiv f. mikroskep. Anat. Bd. 12. 1876. S. 575—582.)

Liebe, Otto, Ueber die Respiration der Tracheaten, besonders über den Mechanismus derselben und über die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure. Inaug.-Diss. Chemnitz, 1872. 28 S.

Bütschli, O., Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffwechsels, insbesondere der Respiration bei den Insekten. (Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1874. S. 348—361.)

Dogiel, Joh., Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von *Corethra plumicornis*. Mit 2 Taf. (Mém. Acad. imp. St. Pétersbourg. 7. Sér. T. 24. 1877. Nr. 10. 37 S.) Sep. Leipzig, Voss.

Béla-Dezso, Ueber den Zusammenhang des Kreislaufs und der respiratorischen Organe bei den Arthropoden. (Zool. Anzeiger. 1. Jahrg. 1878. S. 274.)

Plateau, F., Communication préliminaire sur les mouvements et l'innervation de l'organe central de la circulation chez les animaux articulés. (Bull. Acad. roy. de Belgique. 2. Sér. T. 46. 1878. S. 203—212.)

Jaworovski, Ueber die Entwicklung des Rückengefässes und speziell der Muskulatur bei *Chironomus* und einigen anderen Insekten. (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturwiss. Cl. 80. Bd. 1. Abt. 1879. S. 238—258.)

Zimmermann, O., Ueber eine eigentümliche Bildung des Rückengefässes bei einigen Ephemeridenlarven. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1880. Bd. 34. S. 404—406.)

Vayssière, A., Recherches sur l'organisation des larves des Ephémérines. (Annal. d. scienc. natur. Zool. 6. Sér. Vol. 13. S. 1 bis 137. Mit 11 Taf.)

Burgess, E., Note on the Aorta in Lepidopterous insects. Mit Holzschn. (Proceed. Boston Soc. Nat. 21. Bd. 1881. S. 153—156.)

—, —, Contributions to the anatomy of the Milk-Weed Butterfly Danais Archippus F. (Anniversary Memoirs Boston Soc. Nat. Hist. 1880. 16 S., 2 Taf.)

Viallanes, H., Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux. (Annal. Scienc. natur. 6. Sér. T. 14. 1882. 348 S. u. 18 Taf.)

Creutzburg, N., Ueber den Kreislauf der Ephemerenlarven. (Zool. Anz. 1885. S. 246—248.)

Schimkewitsch, W., Ueber die Identität der Herzbildung bei den Wirbel- und wirbellosen Tieren. (Zool. Anz. 1885. 8. Jahrg. S. 37—40. Mit Fig.)

Schimkewitsch, W., Noch Etwas über die Identität der Herzbildung bei den Metazoen. (Zool. Anz. 1885. S. 384—386.)

Wielowiejski, H. v., Ueber das Blutgewebe der Insekten. Eine vorläufige Mitteilung. (Zeitschr. für wissensch. Zool. 1886. 43. Bd. S. 512—536.)

Mac Munn, C. A., Researches on Myohaematin and the Histohaematins. (Proceed. Roy. Soc. London, 1886. Vol. 39. S. 248—252.)

Peyron, J., Sur l'atmosphère interne des insectes comparée à celle des feuilles. (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 1886. T. 102. S. 1339—1341.)

Poletajewa, Olga, Du coeur des Insectes. (Zool. Anzeiger. 1886. 9. Jahrg. S. 13—15.)

Selvatico, S., L'aorta nel corsaletto e nel capo della farfalla del bombice del gelso. Padova, 1887. 19 S. u. 2 Taf.)

—, —, Die Aorta im Brustkasten und im Kopfe des Schmetterlings von Bombyx mori. (Zool. Anzeiger. 1887. 10. Jahrg. S. 562—563.)

Cuénot, L., Études sur le sang, son rôle et sa formation dans la série animale. 2. Part. Invertébrés; note préliminaire. (Arch. Zool. Expériment. 1888. 2. Sér. T. 5. S. XLIII—XLVII.)

Dewitz, H., Die selbständige Fortbewegung der Blutkörperchen der Gliedertiere. (Naturwiss. Rundschau. Braunschweig, 1889. 4. Jahrg. S. 221—222.)

—, —, Eigenthätige Schwimmbewegung der Blutkörperchen der Gliedertiere. (Zool. Anzeiger. 1889. 12. Jahrg. S. 457—464. Mit Fig.)

Kowalewky, A., Ein Beitrag zur Kenntnis der Excretionsorgane. (Biol. Centralbl. 1889. 9. Bd. S. 33—47, 65—76, 127—128.)

Schäffer, C., Beiträge zur Histiologie der Insekten. II. Ueber Blutbildungsherde bei Insektenlarven. Mit 1 Taf. (Zool. Jahrbücher von Prof. Spengel. Abt. f. Anat. u. Ontogenie. III. Bd. 1889. S. 626—636.)

Cattaneo, G., Sulla morfologia delle cellule ameboidi dei Molluschi e Artropodi. (Boll. Sc. Pavia. Anno 11, 1889. 59 S. u. 2 Taf.)

Wagner, W. A., Ueber die Form der körperlichen Elemente des Blutes bei Arthropoden, Würmern und Echinodermen. (Biolog. Centralblatt. 1890. 10. Bd. S. 428.)

Preyer, W., Zur Physiologie des Protoplasma. II. Die Funktionen des Stoffwechsels. Die Saftströmung. (Naturwiss. Wochenschr. von Dr. H. Potonié. 1891. VI. Bd. S. 1—5.)

Die Eigenwärme der Insekten.

Kaltblütige Tiere erstarren bei kalter Temperatur. Doch ist das Ertragen niederer Temperaturgrade bei verschiedenen Arten verschieden. Die Temperatur des umgebenden Raumes hat auf die Kaltblüter einen grösseren Einfluss als auf die Warmblüter; denn nur bei höheren Graden können jene ihre Lebensthätigkeiten ausführen, während diese durch die sich in ihrem Körper bei genügender Nahrung fortwährend entwickelnde Wärme niederer Temperatur lange Widerstand leisten können.

Obgleich bei den kaltblütigen Tieren, also auch bei den Insekten, die Körperwärme nur mit der Zunahme oder Abnahme der Temperatur des Mediums steigt oder fällt, so ist bei den Insekten

doch ein geringer Unterschied zwischen ihrer Körpertemperatur und der des Mediums nachgewiesen. Nach Newport zeigen die fliegenden Insekten einen höheren Wärmegrad als die kriechenden, die Imago einen höheren als die Larve, das thätige Insekt einen höheren als das in Ruhe verharrende. Im Bienenstock steigt die Temperatur, wenn die darin befindlichen Bienen beunruhigt werden; auch nimmt sie während der Schwärmzeit zu und ist im Winter am geringsten. Nach den Messungen beträgt die Temperatur im Bienenstock sogar im Juli und August oft 10 bis 13 Grad mehr als ausserhalb des Stockes. (Vergl. Bienen-Zeitung, Eichstädt. 22. Jahrg. 1866. S. 221 bis 223.) Bei mehreren Insekten wurde nachgewiesen, dass ihre Körperwärme um einige Grade höher war als die Temperatur des Raumes, in welchem sie sich befanden.

Girard stellte Untersuchungen über die Eigenwärme der Insekten an, über welche wir folgendes mitteilen. Beim Anlegen des Hinterleibes eines Totenkopfschmetterlings, *Acherontia atropos*, an die Quecksilberkugel eines Thermometers stieg dasselbe in 8 Minuten von 16° 8 C. auf 19° 1, beim Anlegen der Brust und des Kopfes in 1 Minute auf 21°, in 3 Minuten auf 21° 5. Darnach wurde das Insekt ausgenommen und ein Thermometer in seinen Thorax eingeführt, worauf das Thermometer in 2 bis 3 Sekunden von 16° 3 auf 29° 3 stieg. Indes sank das Thermometer innerhalb 3 Minuten wiederum auf 23° 4.

Die Körperwärme der Insekten ist, wie schon oben hervorgehoben wurde, grossen Schwankungen unterworfen. Sie scheint mit den Bewegungen oder der Zahl der Muskelkontraktionen zuzunehmen, kurz vor dem Tode des Insekts aber zu schwinden. Die Schwankungen sollen bei den Insekten überhaupt darauf beruhen, dass das Insekt durch Verschluss seiner Atemöffnungen oder Stigmata fähig ist, die Respiration anzuhalten.

Die Temperatur der Imago ist eine höhere als diejenige der Larve und der Puppe, bei denen sie derjenigen der Umgebung gleichkommt oder sogar unter dieselbe herabsinkt. Die Wärme scheint bei den Raupen nicht auf einige Segmente beschränkt zu sein, sondern allen Segmenten zuzukommen. Männliche Bombyciden liessen eine höhere Eigenwärme erkennen als weibliche. Die meiste Wärme wird von den Hymenopteren hervorgebracht, namentlich von den mit einem dichten Pelze bekleideten.

Wiederholt beobachtet ist die hohe Wärme in den Bienenstöcken. Das Bienenvolk als Ganzes, sagt Friedrich Wilhelm Vogel, ist gleichsam ein geheizter Ofen, dem fortwährend Wärme in den Stock entströmt. Bauen die Bienen keine Zellen, haben sie auch keine Brut zu versorgen, so sitzen sie still, und die Wärme beträgt darum in den Wintermonaten im Innern des Bienenklumpens etwa 16 bis 18° R., am Umfange des Klumpens nur etwa 6 bis 10°, und an den Seiten des Stockes herrschen oft mehrere Kältegrade,

so dass man dort Reif und Eis erblickt. Sinkt die Wärme im Bienenklumpen unter 10°, so erstarren die Bienen am Umfange des Klumpens. Bereiten die Bienen Futtersaft oder bauen sie, so steigern sie die Wärme auf 20 bis 28°. Obgleich die Temperatur der äusseren Luft nur sehr geringen Einfluss auf die Wärme im Innern der Wohnung hat, so steigt die Wärme eines volkreichen Stockes an heissen Sommertagen im Stocke bis gegen 30°; dann sind die Bienen zur Unthätigkeit verurteilt, sie sitzen möglichst still oder legen sich massenweise unthätig vor den Stock. Nach langer Winterruhe fliegen die Bienen bei windstiller Luft schon bei 4 bis 5° im Schatten aus, fallen aber dann zahlreich nieder und erstarren. Bei 6 bis 7° reinigen sie sich vielfach und tragen schon Wasser ein. Die Eigenwärme der Biene mag darum nur 5 bis 6° betragen. („Die Honigbiene.“ 1880. Seite 28.)

Auch bei älteren Naturforschern finden wir Beobachtungen ähnlicher Art verzeichnet. Réaumur sah im Winter das Thermometer im Bienenstock auf $22^1/_2{}^0$ steigen, obgleich die äussere Temperatur $6^3/_4{}^0$ unter Null betrug. Nach Juch zeigte das Thermometer in einem Ameisenhaufen 17° bei einer Temperatur der äusseren Luft von 10°. (Burmeister, Handbuch der Entomologie. I. Bd. S. 434 bis 435.)

Die Ursache der geschilderten hohen Wärme im Innern des Bienenklumpens ist in verschiedener Weise erklärt worden. Heubel und Berlepsch suchen die Ursache in der Wärmeproduktion der einzelnen Bienen, so dass die Wärme im Klumpen nur die Summe der von den einzelnen Bienen ausgestrahlten Wärme ist. Da aber in einem beunruhigten Stocke die Wärme sich in wenigen Minuten bis auf 20° erhöhen kann, so hält es Schönfeld für unwahrscheinlich, dass die Ursache dieser fast plötzlichen Wärmeproduktion in einer regeren Atmung der einzelnen Bienen zu suchen sei. Vielmehr habe die sich hier kundgebende energische Lebenskraft in der Nerventhätigkeit ihren Sitz. Schon Heubel meinte, dass die grössere Wärmeentwicklung des Biens (Bienenklumpen) dem Affekt oder der Gemütsstimmung zuzuschreiben sei. Gewiss kann das Nervensystem aber nur das treibende Agens der Wärmeerregung sein. Demgemäss konstatiert auch Romberg den grossen Einfluss der Nerven auf Wärmebildung. Es ist anzunehmen, dass durch diesen Einfluss der chemische Verbrennungsprozess im Körper beschleunigt und dadurch das Blut mehr erwärmt wird. Schönfeld hält nun dafür, dass der im Bien entwickelte höhere Lebensprozess, in dessen Gefolge die Nerven einen grösseren Einfluss auf den Stoffwechsel und die Atmung haben, eben nur im Bien durch das enge Zusammensein der Bienen möglich wird, nicht aber bei isolierten Bienen. Möbius verlegt die Ursache der hohen Wärme im Innern des Biens teilweise in die Verminderung der Ausstrahlung, teilweise in die sicherlich lebhafte Mitthätigkeit des Nervensystems. „Die Bienen halten sich durch

Aufeinanderlagerung nach denselben Gesetzen warm, nach denen wir sie in dickwandigen Holz- oder Strohstöcken warm halten, indem sie Luft als schlechten Wärmeleiter zwischen sich einschliessen."

Durch die Versuche verschiedener Naturforscher wäre es nun scheinbar erwiesen, dass die Insekten aus dem Grunde, dass sie eigene Wärme zu erzeugen imstande sind, als warmblütige Tiere aufzufassen seien. Die Erzeugung der Wärme hängt wesentlich mit der Atmung zusammen; denn der Verbrennungsprozess, den der Sauerstoff bei der Abgabe an das Blut durchmacht, entbindet Wärme.

Treviranus' Versuche zeigen, dass Bienen im Verhältnis zu dem Gewichte ihres Körpers die gleiche Menge Kohlensäure ausatmen wie Säugetiere, woraus folgt, dass auch die Wärmeproduktion im Verhältnis dieselbe sein muss.

Bei grossen Insekten ist deshalb die Eigenwärme derselben eine höhere als die des umgebenden Mediums. Bewegt sich ferner das Insekt, so ist auch die Atmung eine regere und die Körpertemperatur deswegen eine höhere. Gewöhnlich übersteigt die Temperatur des Insekts nicht oder nur wenig diejenige des umgebenden Raumes, weil durch stetige Ausstrahlung der Wärme ein steter Ausgleich zwischen dieser und jener stattfindet. Anders ist es in einem geschlossenen kleinen Raume, in welchem ein Bienenschwarm gehalten wird; in diesem Raume erst wird die Wärmeproduktion vollends wahrnehmbar.

In Wirklichkeit gehören aber die Insekten zu denjenigen Tieren, deren Körpertemperatur sich nach der umgebenden Luft richtet, was bei den eigentlichen Warmblütern nicht der Fall ist, welche vielmehr gewöhnlich einen bestimmten Grad von Eigenwärme dauernd und unter den verschiedensten Temperaturverhältnissen besitzen. Da nun bei den Kaltblütern die Körperwärme grösstenteils, obgleich sie ja einen geringen Grad von Eigenwärme aufweisen, von anderen Verhältnissen abhängig ist, so sinkt und steigt sie auch, je nachdem sie mehr oder weniger abgeleitet wird. Möbius nennt die Kaltblüter deshalb mit grösserem Recht wechselwarme Tiere.

Nicht zu unterschätzen ist auch die durch Muskelthätigkeit erzeugte Wärme. Die Muskelarbeit der Insekten ist gegebenen Falles eine ganz enorme. Da nun nach Helmholtz der thätige Muskel immer Wärme erzeugt (Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1848. S. 144), so muss bei den Insekten namentlich während des Fluges eine beträchtliche Steigerung der Körperwärme stattfinden. Die angestellten Beobachtungen geben hierzu die nötigen Belege. Eine Zunahme der Körpertemperatur fand C. A. Schultze an Schmetterlingen, die er zu Muskelkontraktionen reizte. Der Windenschwärmer, *Sphinx convolvuli*, entwickelt nach anhaltendem Fluge eine sehr merkliche Eigenwärme. Breyer wies die Steigerung des Temperaturgrades an diesem Insekt direkt nach, indem er in die aufgeschlitzte Brust eines im

Fluge gefangenen Exemplars ein feines Thermometer einsenkte, in welchem das Quecksilber innerhalb einer Minute von 17 auf 27° C. stieg. (Annal. Soc. entom. Belg. 1860. Bd. 4. S. 92—94.)

Aus Lecoq's Versuchen ergiebt sich folgendes. Beim Beginne des Fluges zeigt der Körper von *Sphinx convolvuli* und *pinastri* die Temperatur der umgebenden Luft. Während des Fluges wird die Eigenwärme aber so gesteigert, dass die höhere Wärme der Säugetiere, sogar die der Vögel erreicht wird. Alsdann wird der Flug unterbrochen, der erst am folgenden Abend wieder beginnt. Die Ursache der Wärme nach längerem Fluge sucht der genannte Beobachter in der Reibung der Muskeln und in der Verbrennung des aus den Blüten aufgesogenen Zuckers durch die in die Tracheen eindringende Luft.

Vergl. ferner Schönfeld (Muskelthätigkeit der Biene. 1866.)

Die Verschiedenartigkeit der mitgeteilten Beobachtungen, Experimente und Deutungen zeigt uns, dass auch das Kapitel von der Eigenwärme der Insekten noch einer eingehenden Forschung harrt.

Litteratur über die Körperwärme.

Newport, G., On the temperature of Insects (especially Hymenoptera) and its connection with the functions of respiration and circulation in the class of invertebrated animals. (Philos. Transact. 1837. S. 259—338. — Ausz. Froriep's Notizen. Bd. 4. 1837. S. 228—232.)

Dutrochet, R. J. H., Recherches sur la chaleur propre des êtres vivants à basse température. (Annal. Scienc. natur. Sér. 2. 1840. T. 13. S. 5—58.)

Kanitz, J. G., Brutwärme und Temperatur im Bienenklumpen. (Preuss. Bienen-Zeitung. 1862. 5. Bd. S. 2.)

—, —, Die Wärmeproduktionskraft der Biene verglichen mit der anderer Tiere. (Ebenda. 5. Bd. S. 32.)

Lecoq, H., De la transformation du mouvement en chaleur chez les animaux. (Compt. rend. de l'acad. d. Paris. LV. 1862. S. 191 bis 192.)

Schönfeld, Kleine Beiträge zur Bienenkunde. I. Wärme. (Bienen-Zeitung. Eichstädt, 1862. 18. Jahrg. S. 85—88.)

Kleine, G., Zu den kleinen Beiträgen zur Bienenkunde von Herrn Pastor Schönfeld. (Ebenda. 1862. S. 133—137.)

Schönfeld, Kleine Beiträge zur Bienenkunde.. IV. Noch einmal Wärme. (Ebenda. 1863. 19. Jahrg. S. 13—18. — V. Nachtrag. Ebenda. S. 197—198.)

—, —, Die Muskelthätigkeit der Biene in Bezug auf Wärmeentwicklung. (Ebenda. 1866. 22. Jahrg. S. 221—223.)

Möbius, K., Einige allgemeine Bemerkungen über die Körperwärme der Bienen. (Ebenda. 1863. 19. Jahrg. S. 37—38.)

Girard, M., Recherches sur la chaleur animale des Articulés. (Ann. Soc. Ent. France. 4. Sér. T. 1. 1861. S. 503—508. — Suite, ibid. T. 2. 1862. S. 345—347. — Suite, ibid. T. 3. 1863. S. 92—98. Mit Fig.)

—, —, Des méthodes expérimentales pouvant servir à rechercher la chaleur propre des animaux articulés et spécialement des insectes. Paris, 1862. 16 S.

—, —, Études sur la chaleur libre dégagée par les animaux invertebrés et spécialement les insectes. (Ann. d. Scienc. nat. 5. Sér. Zool. T. 11. 1869. S. 135—274. — Auszug: Rev. et Mag. 2. Sér. T. 22. 1870. S. 35—38.)

Schulz, H., Ueber das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Stoffwechsel und Körpertemperatur bei Amphibien und Insekten. Bonn, 1877. 22 S.

Roedel, H., Ueber das vitale Temperatur-Minimum wirbelloser Tiere. (Zeitschrift für Naturwiss. Halle, 1886. 59. Bd. S. 183—214. — auch: Samml. naturwiss. Vorträge von E. Huth. IV. — Bericht von Bertkau für 1886. S. 11.)

Graber, V., Thermische Experimente an der Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*). (Archiv f. Physiologie von Pflüger. 1887. 41. Bd. S. 240—256. Mit Fig.)

10. Der Fettkörper.

In den Räumen der Leibeshöhle zwischen und an den Eingeweiden, sowie zwischen diesen und den inneren Körperwandungen befinden sich mehr oder weniger mächtige, zusammengeballte oder zerrissene Zellenmassen von weisslicher, gelblicher oder grünlicher Färbung, sowie auch einzelne oder zusammenhängende Zellen, welche in der Blutflüssigkeit flottieren oder von dieser umspült werden. Es ist der sogenannte Fettkörper (corpus adiposum); deswegen so genannt, weil die Zellen desselben im Plasma gewöhnlich zahlreiche kleine Fetttropfen enthalten (Fig. 301 u. 302). Wenn in Sammlungen konservierte Insekten aussen fettig werden, so rührt dies von dem ausschwitzenden Fette dieses Fettkörpers her.

Uebrigens sind sich die Zellen des Fettkörpers und die Formen der Zellenkomplexe desselben in den verschiedenen Körperräumen und in der Nachbarschaft der verschiedenen Organe nicht alle gleich; vielmehr sind recht verschiedene Arten desselben unterschieden (vergl. die Fig. 301, 302). Ohne Zweifel hängt dies mit den abweichenden Funktionen der einzelnen Fettkörperlagen und der Zellenkomplexe zusammen. Ueber die verschiedenen Funktionen derselben herrschen jedoch noch wenig klare Ansichten. Und obgleich mehrere gute Anläufe zur Erforschung der verschiedenen Formen dieser merkwürdigen und eigentlich irregulären Gebilde gemacht sind,

so ist doch auffallenderweise der Fettkörper nebst seinen Derivaten noch von keinem Naturforscher als Ganzes bearbeitet worden. Vielleicht sind die Vorarbeiten dazu noch zu ungenügend.

Der Fettkörper erscheint oft netzartig und ist von Kanälen durchzogen, durch welche das Blut seinen Weg nimmt. Ferner sind die Tracheenenden sehr häufig von Fettkörper umhüllt. Weil er bei bei Larven in grösserer Menge auftritt als bei den entwickelten Insekten, so liegt die Annahme sehr nahe, dass der Fettkörper während

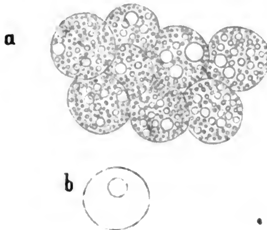


Fig. 301.

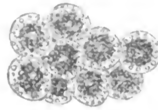


Fig. 302.

Fig. 301. Zusammengeballte Fettkörperzellen aus der gelben Fettmasse der hinteren Körperhälfte der Raupe des Kohlweisslings, *Pieris brassicae*. Original.
a, die mit Fetttröpfchen angefüllten Zellen; b, eine von den Fetttröpfchen befreite Zelle des Fettkörpers.

Fig. 302. Zellen des weisslichen Fettkörpers aus der Mitte des Körpers derselben Raupe wie in Fig. 301. Orig.

der Metamorphose Verwendung findet. Eine Art der Fettkörperzellen enthält Nahrungsstoffe für die Unterhaltung des Organismus aufgespeichert. Auch die Bildung der Blutkörperchen geht von gewissen Zellenpartien des Fettkörpers aus.

Der Bau der eigentlichen Fettkörperzellen (Fettzellen) ist, wie schon erwähnt, durch das Vorhandensein oft zahlreicher Fetttröpfchen gekennzeichnet (Fig. 301a); alle Zellen sind meist deutlich individualisiert, d. h sie besitzen nur einen Kern. Es giebt aber auch zweikernige (bei *Apis* und *Melophagus*) und mehrkernige Fettkörperzellen (bei *Musca*). Zuweilen enthalten die Zellen auch eiweissartige Einschlüsse und harnsaure Konkremente, oder diese ersetzen die fehlenden Fetttröpfchen. Anders erscheinen diejenigen Zellen der mit dem eigentlichen Fettkörper verbundenen Zellenmassen, von denen aus die Bildung der Blutkörperchen vor sich geht; ihnen fehlen die Fetttropfen; auch sind ihre Kerne mehr gestreckt. Eine besondere Gruppe bilden ferner die Oenocythen (S. 567 u. 569), die zelligen Elemente der leuchtenden Bauchplatten, die Perikardialzellen und andere. Letztere sind in den verschiedenen Insektenabteilungen an und für sich wieder so verschieden, dass kaum eine histiologische Definition

von ihnen gegeben werden kann, und nur ihre Lagerung am Perikardialseptum (Fig. 300 S. 554) ein gemeinsames Erkennungsmerkmal ist. Nähere Angaben über die verschiedenen Fettkörperarten und verwandte Gebilde finden sich bei Wielowiejski (Zeitschrift für wissensch. Zool. 1886. 43. Bd. S. 534—553).

Nach den Untersuchungen desselben Forschers zeigt der Fettkörper in der Leibeshöhle eine regelmässige Anordnung. So z. B. findet sich bei der Larve von *Chironomus* zu beiden Seiten in der Leibeshöhle ein von mannigfaltigen und meist sehr bedeutenden Lücken durchbohrter Lappen, der von der Flächenseite gesehen die Form eines weitmaschigen, hier und da etwas zerrissenen Netzes darbietet. Dies ist die „peripherische Fettkörperschicht" (äusserer Fettkörperlappen). Sie ist immer in einzelne Segmente geschieden, welche genau der Segmentierung des Hinterleibes und des Brustkastens entsprechen. — Innerhalb dieses segmentierten Lappens, nämlich beiderseits längs des Darmkanales, neben diesem fast durch den ganzen Körper sich erstreckend, finden wir einen ununterbrochen verlaufenden Gewebestrang. Dies ist der „innere Fettkörperstrang". Beide Gewebe unterscheiden sich dadurch voneinander, dass in dem Zellplasma des ersteren gewöhnlich kleine vieleckige feste Körnchen eingebettet sind, während das Plasma des letzteren Gewebes fast keine Fetttropfen enthält.

Ausserdem kommen in der Leibeshöhle der *Chironomus*-Larve noch aus ganz losen Zellen bestehende Elemente vor. Die Zellen sind segmentweise angeordnet, auf jeder Seite je eines Hinterleibsringes zu fünfen vorhanden, durch feine Bindegewebsfädchen und kapillare Tracheenanlagen an der Hypodermis und anderen Geweben befestigt und der „äusseren Fettkörperschicht" aufgelagert. Ihr Zellplasma enthält niemals Fetttropfen. Eigentümlich ist die weingelbe Farbe dieser Zellen, welche deswegen „Oenocythen" genannt werden.

Da die eben erwähnten Fettkörperlappen und losen Zellen von der Blutflüssigkeit umspült werden, beziehungsweise darin flottieren, so werden wir uns der Ansicht nicht verschliessen können, dass die Zellen dieser Gewebe, gleich den frei schwimmenden Blutkörperchen, aus der Blutflüssigkeit gewisse Stoffe aufnehmen, verarbeiten, Umsatzprodukte an dieselbe zurückgeben und dadurch also auf den Stoffwechsel einen Einfluss ausüben. Die Aehnlichkeit mit den Blutkörperchen, sowie das Verhältnis der Fettkörperlappen und der erwähnten Gruppen loser Zellen zu der Blutflüssigkeit hat Wielowiejski veranlasst, jene als „Blutgewebe" zu bezeichnen.

In Wielowiejski's Abhandlung ist das Blutgewebe mehrerer Dipteren, Coleopteren, Hemipteren, Hymenopteren und Lepidopteren beschrieben.

Bei den Blatthornkäfern (*Melolontha, Geotrypes* u. a.) ist auffallenderweise das Fettkörpergewebe mit dem Epithel der grösseren Tracheenstämme und der zahlreichen Tracheenblasen eng verwachsen.

Bei den übrigen Insekten stehen nur die feinsten Tracheenzweige mit dem Fettkörper in Verbindung.

Bei den Lampyriden besteht die Hauptmasse des Fettkörpers, das ist die äussere Fettkörperlage, aus rundlichen Ballen, welche bei den Larven von *Lampyris* den ganzen Raum der Leibeshöhle prall ausfüllen.

* * *

Ueber die physiologischen Prozesse, welche in dem Fettkörpergewebe oder in den verschiedenen Teilen desselben vor sich gehen, wissen wir verhältnismässig wenig. Dass die Fettzellen als Vorratskammern zu deuten seien, scheint allerdings eine ausgemachte Sache. Die Natur der Oenocythen und Perikardialzellen ist jedoch in Dunkel gehüllt.

Es wird ferner angenommen, dass die Zellen des Fettkörpers, weil die vielverzweigten Luftröhren an ihren Enden in vielen Fällen vom Fettkörper umhüllt sind, zum Gasaustausch in Beziehung stehen. Graber sieht das ganze System des Fettkörpers daher als „eine einzige viellappige Lunge“ an, die den ganzen Organismus einnimmt und bis in alle Anhänge, sogar bis in die Fühler- und Fussspitzen reicht.

Eingehend bespricht Leonhard Landois das Verhältnis des Fettkörpers zu den Tracheen. Die feinsten Aestchen der letzteren stehen mit Fettkörperzellen in Verbindung. An diesen Zellen vollzieht sich vermutlich der chemische Luftaustausch; sie nehmen von den Tracheen den Sauerstoff auf und geben denselben an das Blut, von welchem sie umspült werden, ab, um aus dem Blute Kohlensäure zu empfangen, welche sie wiederum in die Tracheenkanäle behufs Ausatmung abführen. Die betreffenden, den Atmungsprozess vollziehenden Zellen des Fettkörpers sind bei den Flöhen (*Pulex*) gelbgrün, bei den Läusen (*Pediculus, Phthirius*) grün. Diese Zellen stehen in den verschiedenen Gattungen mit den Enden der Tracheen in verschiedener Weise in Verbindung; sie pflegen auch in ihrer Zahl, Form und Grösse sehr konstant zu sein. Zur Kennzeichnung ihrer Natur werden sie Respirationszellen (Atmungszellen) genannt.

Eine zweite Art von Fettkörperzellen, welche Landois unterscheidet, hat anscheinend zunächst die Aufgabe, als Nahrungsreservoire zu dienen; in den Zellen sind reichliche Körner von Fett und Eiweisssubstanzen abgelagert. Bei jungen noch wachsenden Tieren sind sie am mächtigsten entwickelt, bei hungernden Tieren aber dem Schwund verfallen. „Andererseits scheinen sie aber auch die Aufgabe zu haben, dass die umgesetzten Eiweissstoffe teilweise wiederum in das Gewebe derselben in Form harnsaurer Salze deponiert werden können, wie es Kölliker zuerst bei *Lampyris* entdeckte, und wie es für andere Insekten Favre und Leydig bestätigten. Diese Zellen sind also vornehmlich als Depôts zu betrachten, aus denen das Insekt Stoffe für die Unterhaltung seines Organismus entnimmt und in welche dasselbe die Umsatzprodukte wiederum

absetzt.“ Aus diesem Grunde bezeichnet der genannte Forscher diese Fettkörperzellen als Nahrungszellen.

Leydig macht in seinem „Lehrbuch der Histiologie“ (1857) Angaben über das Vorhandensein dunkler Konkremente im Fettkörper und konstatierte in demselben später („Vom Bau des tierischen Körpers“. Bd. I. 1. Hälfte. Tübingen, 1864) eine grosse Verbreitung von harnsauren Salzen und Konkrementen. Ferner hat Witlaczil (Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 42. S. 578) bei Psylliden- und Cecidomyidenlarven, Larven und Puppen von Ameisen und Puppen von *Musca* Konkremente im Fettkörper nachgewiesen. Marchal betrachtet den Fettkörper als Harnorgan; die Urate bilden sich im Innern der Fettkörperzellen. (Mém. Soc. Zool. France. 1889. T. 3. S. 31 ff.) Dass der Fettkörper demnach in reger Beziehung zum Stoffwechsel steht, erscheint nicht zweifelhaft.

Wenn mit der Funktion stets auch eine Differenzierung der Fettkörperzellen Hand in Hand geht, so liegt Grund genug vor, die Leucocyten (Phagocyten), worüber später die Rede sein wird, als wandernde Fettkörperzellen anzusehen. Sie spielen bei der Metamorphose eine grosse Rolle, indem sie Reste der Larvenorgane in sich aufnehmen, diese verarbeiten und für den Aufbau der Organe des entwickelten Insekts geschickt machen (Histiolyse). Hiernach hat also eine besondere Art von Fettkörperzellen die wichtige Aufgabe der Aufnahme und Wiederabgabe von Nahrungssubstanzen während der inneren Metamorphose. Vergl. C. Schäffer (Zool. Jahrbücher. Abt. f. Anat. Bd. 3. 1889. S. 635).

Der letztgenannte Anatom und Physiologe weist (a. a. O. S. 635) auf den genetischen Zusammenhang des Fettkörpers und der Blutkörperchen hin. Ueber die Blutbildungsherde, welche mit dem Fettkörper in stetem Zusammenhang stehen, wurde schon auf S. 548 eine kurze Mitteilung gemacht. Das blutbildende Gewebe hat sich frühzeitig vom Fettkörper gelöst, bei den Lepidopteren bereits während der Embryonalentwicklung. Bei den Muscidenlarven entstehen Fettkörperzellen und Blutkörperchen aus ektodermalen Zellen. Korotneff (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41. S. 570) fand, dass bei *Gryllotalpa* der Fettkörper sich vom Ektoderm aus bildet. Und ebenso stellte Sommer („Ueber *Macrotoma plumbea*.“ Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41) einen direkten Zusammenhang zwischen der „retikulären Schicht“ (Homologon des Fettkörpers) und der Hypodermis fest. Darnach haben also auch die Hypodermis (Ektoderm) und der Fettkörper einen genetischen Zusammenhang.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich die Ansicht des bekannten Entomotomen Vitus Graber über das Verhältnis des Fettkörpers zu der Blutzirkulation. Hiernach sind die Kammern, Gänge und Zwischenräume, welche der die Leibeshöhle grossenteils ausfüllende Fettkörper enthält, nichts geringeres als Blutbahnen, ein Ersatz für die fehlenden Blutgefässe. Graber spricht infolgedessen von einem

Saftleitungsapparat, den der Fettkörper bildet, und zwar von einem doppelten, einem inneren und einem äusseren. Mit jenem verhält es sich so. Von der äusseren Darmwandung entspringen ganze Netze von Röhren, welche als Ausläufer der grösseren Fettkörperkammern zu betrachten sind. Sie dienen wahrscheinlich den aus dem Darm austretenden flüssigen Nährstoffen, welche hier in das Blut übergehen, als Wege, gleichsam als Chylusgefässe. Das äussere Röhrennetz des doppelten Saftleitungsapparates wird von den vielgestaltigen Zwischenräumen des Fettkörpers gebildet, durch welche das Blut zu allen Körperregionen strömt; es entspricht hiernach also den Blutgefässen.

Ueber die Aufgabe, welche den Perikardialzellen im dorsalen Blutsinus zufällt, sowie über diejenige der Oenocythen wissen wir nichts. Dass jedoch die Perikardialzellen, insofern sie mit den zahlreichen in den Blutsinus hineinreichenden Tracheenendigungen verbunden sind (S. 554), bei dem Gasaustausch in dem venösen, von dem Blutsinus aufgenommenen und, arteriell geworden, in das Herz einströmenden Blute beteiligt sein mögen, ist wahrscheinlich.

* * *

Schliesslich wird der Fettkörper mit dem Leuchtvermögen gewisser Insekten in Beziehung gebracht. Das Leuchtorgan (eine aus polygonalen Zellen bestehende Platte), welches sich bei den Lampyriden (Leuchtkäfern) an der Unterseite des Hinterleibes befindet, wird als ein modifizierter Teil des Fettkörpers betrachtet. Nerven und zart verzweigte Luftröhren wirken in der der Körperhaut dicht anliegenden Schicht (Leuchtplatte) zusammen, um das Phänomen des Leuchtens, welchem ein Leuchtstoff in den Zellen der Leuchtplatte zugrunde liegt, hervorzubringen. Der Leuchtstoff dieser Zellen verbrennt unter Einwirkung des Sauerstoffs, welchen die fein verästelten und in Haarröhrchen endigenden Tracheen liefern. Die Nerven geben hierbei den nötigen Impuls ab.

Eingehende Untersuchungen über das Leuchtorgan eines südeuropäischen Leuchtkäfers, *Luciola italica* L., stellte Prof. Emery in Bologna an. Beim Männchen dieser Käferart leuchtet die ganze untere Fläche des vorletzten (fünften) und letzten (sechsten) Hinterleibsringes; beim Weibchen leuchten nur zwei Flecken an den Seiten der unteren Fläche des drittletzten (fünften) Segments des hier siebengliedrigen Hinterleibes. Die Leuchtplatte jedes der leuchtenden Segmente besteht aus zwei übereinander liegenden Schichten, nämlich einer ganz undurchsichtigen kreideweissen inneren und einer ziemlich durchsichtigen äusseren Schicht. Im Innern der ersteren Schicht und auf ihrer dorsalen Fläche verlaufen die Tracheenstämme und ihre horizontalen Verzweigungen. Von allen diesen horizontalen Tracheenzweigen steigen zahlreiche und sehr fein verästelte Stämmchen senkrecht gegen die Bauchfläche der Leuchtplatte. Jedes einzelne

Stämmchen samt seinen kurzen Verzweigungen ist umhüllt von einer cylindrischen Masse durchsichtigen Gewebes, so dass nur die kurzen Endzweige (je zwei sehr feine Tracheenkapillare) aus der Oberfläche des Cylinders hervorragen. Diese durchsichtigen Cylinder mit der Trachee im Innern als Längsachse sind als Läppchen bezeichnet. Diese Läppchen sind dergestalt in der Leuchtplatte, welche sie senkrecht durchsetzen, verteilt, dass sie auf einem Flächenschnitt dieser Platte als zahlreiche runde Feldchen erscheinen, in deren Peripherie kreisförmig die Tracheenkapillare mit den achsenständigen Tracheenendzellen angeordnet sind. Die cylindrischen Läppchen sind durch eine aus reichlich vorhandenen grossen körnigen Zellen (Parenchymzellen) bestehende Substanz voneinander getrennt, in welchen die obigen Tracheenkapillare, und zwar nicht in, sondern zwischen dieselben hineinragen. Die cylindrischen Läppchen reichen bis zur Hypodermis und stehen nur durch ihre Seitenfläche mit dem Parenchym in Verbindung. Bei mikroskopischer Betrachtung der Leuchtplatte des lebenden Insekts in einem dunklen Zimmer sind zahlreiche, auf dunklem Grunde hell leuchtende Ringe zu sehen. Diese Ringe entsprechen den obigen kreisförmig gestellten Tracheenkapillaren mit den achsenständigen Tracheenendzellen. Schon dem Anscheine nach findet die leuchtende Verbrennung an der Oberfläche der die cylinderförmigen Läppchen umlagernden Parenchymzellen statt. In diesen Zellen hat das Leuchten in der That seinen Sitz, und zwar wohl ausschliesslich in denen der durchsichtigen oberflächlichen Schicht. Die Parenchymzellen sondern demnach den Leuchtstoff ab; dieser wird von den Tracheenendzellen aufgenommen und mittels des in den Tracheenkapillaren vorhandenen Sauerstoffs verbrannt.

Einige Abweichungen von dieser Darlegung finden sich bei Wielowiejski (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 43. Bd. 1886. S. 526). Kürzlich schrieb **Max Verworn** über den impulsiven Einfluss des Centralnervensystems auf das Leuchten derselben Käferart (Centralbl. f. Physiologie. 1892. Bd. 6. S. 69).

Der Bau des Leuchtapparates unserer einheimischen Leuchtkäfer (*Lampyris noctiluca* und *Lamprorrhiza splendidula*) ist, entsprechend dem Leuchtvermögen, von demjenigen der südeuropäischen Gattung gut zu unterscheiden. Bei den mitteleuropäischen Arten sind im entwickelten Zustande die Leuchtplatten aus zwei gleichmässigen Zellschichten zusammengesetzt, deren jede aus gleichgebauten, unregelmässig von Tracheenkapillaren umflochtenen Zellen besteht. Die Tracheenstämmchen sind ferner unregelmässig im Parenchym zerstreut. (v. Wielowiejski.)

Die Ansicht, dass die zellige Masse des Leuchtapparates dem Fettkörper zuzuzählen sei (Leydig), wird von anderen Naturforschern (**Kölliker, Max Schultze, Emery**) nicht geteilt. Dagegen hält **Wielowiejski** sowohl in seiner Abhandlung „Studien über die Lampyriden“ (1882) als auch in der späteren „Ueber das Blutgewebe

der Insekten“ (1886) entschieden daran fest, dass dieses eigentümliche Gewebesystem zur Gattung des Fettkörpers zu rechnen sei.

Ueber die Leuchtorgane der leuchtenden Schnellkäfer der Gattung *Pyrophorus* finden sich umfassende, aber einander widersprechende Angaben bei Heinemann und Dubois.

Litteratur über den Fettkörper.

Dufour, L., Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Insectes Coléoptères. Du tissu adipeux splanchnique. (Annal. Scienc. natur. T. 8. 1826. S. 29—35.)

—, —, Histoire comparative des métamorphoses et de l'anatomie des Cetonia aurata et Dorcus parallelepipedus. Tissu adipeux splanchnique. (Ann. Scienc. natur. II. Sér. Zoologie. 1842. Vol. 18. S. 178—179.)

Meyer, H., Ueber die Entwicklung des Fettkörpers, der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtsteile bei den Lepidopteren. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1849. Bd. 1. S. 175—197. Mit 4 Taf.)

Fabre, J. H., Étude sur le rôle du tissu adipeux dans la sécretion urinaire chez les insectes. (Annal. Scienc. natur. 4. Sér. T. 19. 1862. S. 351—382.)

Leydig, Fr., Einige Worte über den Fettkörper der Arthropoden. (Reichert u. du Bois-Reymond's Archiv f. Anat. 1863. S. 192 bis 203.)

Lindemann, K., Zoologische Skizzen. 1. Struktur des Fettkörpers. (Bullet. Soc. Imp. d. Natural. Moscou. 1864. S. 521—526. Mit 1 Taf.)

Landois, Leonh., Ueber die Funktion des Fettkörpers. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 15. 1865. S. 371—372.)

Wielowiejski, H. v., Ueber den Fettkörper von *Corethra plumicornis* und seine Entwicklung. (Zoolog. Anzeiger. 1883. 6. Jahrg. S. 318—322.)

—, —, Ueber das Blutgewebe der Insekten. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1886. Bd. 43. S. 512—536.)

Schäffer, C., [Titel der Abhandlung S. 560].

Litteratur über die Anatomie der Leuchtorgane.

Peters, W., Ueber das Leuchten der *Lampyris italica*. (Müller's Archiv f. Anatomie. 1841. S. 229—233.)

Kölliker, A., Die Leuchtorgane von *Lampyris*, eine vorläufige Mitteilung. (Verhandl. d. phys.-medizin. Gesellsch. Würzburg, 1857. Bd. 8. S. 217—224.)

Schultze, Max, Ueber den Bau der Leuchtorgane der Männchen von *Lampyris splendidula.* (Sitzber. d. niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1864. Sep. 7 S.)

—, —, Zur Kenntnis der Leuchtorgane von *Lampyris splendidula.* (Archiv f. mikroskop. Anat. 1865. Bd. I. S. 124—137. Mit 2 Taf.)

Wielowiejski, H. Ritter von, Studien über die Lampyriden. Mit 2 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1882. Bd. 37. S. 354—428.)

Emery, C., Untersuchungen über *Luciola italica* L. (Zeitschrift für wissensch. Zool. 1884. 40. Bd. S. 338—355. Mit 1 Taf.)

—, —, La luce della *Luciola italica* osservata col microscopio. (Bull. Soc. Ent. Ital. Anno 17. 1885. S. 351—355. Mit 1 Taf.)

Heinemann, C., Zur Anatomie und Physiologie der Leuchtorgane mexikanischer Cucuyos, *Pyrophorus.* (Archiv f. mikroskop. Anat. 1886. Bd. 27. S. 296—383.)

Dubois, R., Contribution à l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants. Les Elatérides lumineux. (Bull. Soc. Zool. France. 1886. 11. Année. S. 1—275. Mit 9 Taf.)

Wielowiejski, H. Rittter von, Beiträge zur Kenntnis der Leuchtorgane der Insekten. (Zool. Anzeiger. 1889. 12. Jahrg. S. 594 bis 600.)

11. Der Ernährungsapparat.

Zu den Funktionen des Stoffwechsels, welche in erster Linie aus den im achten und im neunten Kapitel behandelten Vorgängen der Atmung (Respiration) und Saftströmung (Zirkulation des Blutes) bestehen, steht in nächster Beziehung die Ernährung, welche eben das Material für den Stoffwechsel liefert. Die Nahrungsaufnahme durch die Ernährungsorgane hat eine Umwandlung der Nährstoffe durch die Verbindungen des auf dem Wege der Atmung gewonnenen Sauerstoffes im Gefolge; und durch die Saftströmung werden die in das Blut aufgenommenen Nährstoffe allen Organen zugeführt. Die Absonderung der Zersetzungsprodukte, welche beim Stoffwechsel entstehen, geschieht teils durch Ausatmung (S. 539), teils durch eigene Organe (Exkretionsorgane), worüber später gehandelt werden wird. Atmung, Saftströmung, Ernährung und Absonderung sind also jene Funktionen, welche beim Stoffwechsel zusammenwirken.

Um allen Teilen des Körpers durch das lebenerhaltende Blut Nährstoffe zum Wachstum und zur Erhaltung des Einzelwesens zuzuführen, sind eigens dazu ausgebildete Organe für die Aufnahme und die Verdauung der Nahrungsstoffe nötig. Es ist der Nahrungskanal, in welchen die am vorderen Körperende befindliche Mundöffnung den Eingang bildet. Der Nahrungskanal erweitert sich zu einer sackförmigen Höhle inmitten des Körpers; es ist der Magen.

Hier werden die eingenommenen Nährstoffe verarbeitet, vermittelst der Magensäfte in eine breiartige Masse verwandelt, von der Magenwandung aufgesogen und in das Blut übergeführt. Unverdauliche Stoffe werden wieder aus dem Körper entfernt, gewöhnlich durch die der Mundöffnung entgegengesetzte Oeffnung des Darmes, nämlich den After.

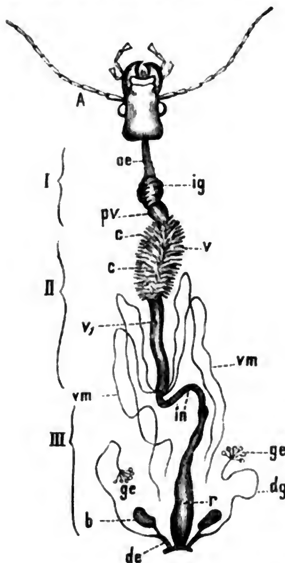


Fig. 303.

Nahrungskanal eines Laufkäfers, *Carabus hortensis* L. Original.

A, Kopf; — I. Vorderdarm: oe, Speiseröhre (oesophagus); ig, Kropf (ingluvies); pv, Vormagen (Kaumagen, proventriculus). — II. Mitteldarm: v, vordere Hälfte des Magens (ventriculus, duodenum), mit drüsenartigen Zotten (c) bekleidet; v_1, hintere Hälfte desselben; vm, die Malpighischen Gefässe. — III. Hinterdarm: in, Dünndarm (intestinum, ilium); r, Dickdarm (colon, rectum); ge, Analdrüsen; dg, Ausführungsgang der Drüsen; b, Reservoir der Drüsensubstanz; de, Absonderungsgang.

Dieses wichtige Organ, der Ernährungsapparat, fehlt naturgemäss keinem Insekte; es ist auch nicht verkümmert, weil das Dasein des Einzelwesens erst durch die Nahrungsaufnahme behauptet werden kann. Nur die Männchen gewisser Blattläuse verlieren nach der Begattung bei der letzten Häutung ihren Verdauungsapparat (Graber, Insekten. I. S. 309).

Der Nahrungskanal verbindet die beiden einander entgegengesetzten Oeffnungen des Körpers, die Mund- und die Afteröffnung. Er bildet ein Rohr und ist von gleicher Länge wie der Körper oder viel länger. Sowohl nach seiner anatomischen Beschaffenheit als auch nach den damit in natürlichem Zusammenhange stehenden physiologischen Beziehungen der Nahrungsaufnahme und Verdauung zerfällt der Nahrungskanal in verschiedene Abschnitte, es sind

1. der Vorderdarm, welcher besteht aus
   a) der Speiseröhre (Schlundrohr, Oesophagus),
   b) dem Vormagen (Kaumagen, Proventriculus);
2. der Mitteldarm oder Magen (Ventriculus);
3. der Enddarm; dieser enthält
   a) den Dünndarm (Ilium, Intestinum),
   b) den Mastdarm (Colon), welcher in das Rektum übergeht.

Der Vorderdarm besitzt an seinem Ende Klappen, welche den Rücktritt der in den Mitteldarm gelangten Nahrung verhindern. Der Mitteldarm ist von dem Hinterdarm durch einen Verschlussring, den Pförtner (Pylorus) getrennt.

Innen ist der Nahrungskanal mit einer Chitinhaut (der sogenannten Intima) ausgekleidet, welche in direkter Verbindung mit der äusseren Chitinhaut des Körpers steht. Der Vorderdarm mit der Mundöffnung und der Hinterdarm mit der Afteröffnung machen den Eindruck, als ob sie eine Einstülpung der äusseren Körperhaut bilden.

Bei den Larven einiger Hymenopteren, z. B. der Honigbiene (*Apis mellifica*), einiger Dipteren (Pupiparen) und Neuropteren (*Myrmeleon*) ist der Hinterdarm von dem Mitteldarm innen getrennt. Dieser endigt hinten blind. Die Nahrungsstoffe häufen sich im Magen der Larve von *Myrmeleon* an und werden erst von dem mit einem ausgebildeten Darmrohr versehenen entwickelten Insekt entleert. Es bilden die im Magen der Larve angehäuften Speisereste eine amorphe Masse, welche von einer Rinde umgeben ist und nach der Untersuchung von Jörgensen ausser Kalkphosphat sehr viel Harnsäure enthält. (Meinert.)

Bei den ausgebildeten Insekten ist der Nahrungskanal im allgemeinen länger als der Körper. Namentlich bei den pflanzenfressenden Insekten übertrifft der Nahrungskanal die Länge des Körpers um ein bedeutendes, während er bei den Fleischfressern nur wenig länger ist. Das Darmrohr bildet alsdann eine Schlinge, welche in einer Ausbiegung des Hinterdarmes besteht. Ein sehr langes Darmrohr ist in mehrfachen Windungen zusammengelegt (Fig. 304).



Fig. 304.

Nahrungskanal eines Mistkäfers, *Geotrypes sylvaticus*, in natürlicher Lage dargestellt. Original.

oe, Speiseröhre; v, Mitteldarm (Magen) mehrere vollständige Schlingen bildend; in, Dünndarm; r, Mastdarm.

Entsprechend der Art der Nahrung, welche die Vertreter verschiedener Insektengruppen zu sich nehmen, ist der Nahrungskanal recht mannigfaltig gebildet. Der Vorderdarm, das ist die Schlund- oder Speiseröhre, ist bei Fleisch- und Pflanzenfressern ziemlich gross (sehr umfangreich bei Lokustiden). Bei solchen Insekten jedoch, welche wenig, zumal nur flüssige Nahrung zu sich nehmen, ist der Vorderdarm sehr dünn und einfach gebildet. Bei zahlreichen Insekten ist die Speiseröhre (der Oesophagus) hinten zu einem sogenannten Kropf erweitert.

Unter den Pflasterkäfern fehlt den sich von Pollen ernährenden Gattungen *Zonitis, Sitaris* und *Mylabris* die kropfartige Anschwellung des Oesophagus, welche z. B. bei *Meloë* sehr stark entwickelt ist. (Beauregard.)

Der Kropf, welcher bei einigen Insekten (*Gryllotalpa, Vespa* u. a.)

einseitig absteht, ist in ganzen Gruppen sackförmig ausgestülpt und bildet einen Anhang des Vorderdarms, den sogenannten **Saugmagen**, welcher in Wirklichkeit ein Speisebehälter ist. Einen Saugmagen besitzen die Lepidopteren, Dipteren und Neuropteren. Unter den Lepidopteren soll er denjenigen Arten fehlen, welche einen verkümmerten Rüssel haben. Von Dipteren besitzen ihn einige Asiliden und Oestriden nicht (Brauer). Unter den Neuropteren ist er nur den Planipennien eigen, fehlt aber den Sialiden und Rhaphidiiden, auch den Trichopteren und Panorpiden.

Bei vielen Insekten, z. B. zahlreichen Käfern (Carabiden, Dytisciden, Tomiciden u. a.), einem Teile der Heuschrecken (Locustiden, Grylliden und Mantiden), den Skorpionsfliegen (*Panorpa*) und manchen Ameisen ist am Ende des Vorderdarms ein **Vormagen** (**Kaumagen**, Proventriculus) zu unterscheiden. Dieser ist das erweiterte hinterste Endstück der Speiseröhre und liegt unmittelbar vor dem Mitteldarm (Fig. 303 pv). Eine bemerkenswerte Beschaffenheit zeigt der Vormagen in seinem Innern, dessen Chitinhaut sich zu mehreren kräftigen gezackten, gehöckerten oder gezähnten Chitinleisten ausgebildet hat. Treten die eingenommenen Speisen in den so ausgerüsteten Vormagen, so liegt die Annahme nahe, dass, sobald dieser in Wirksamkeit tritt, die Speisen einer nochmaligen Zerkleinerung unterworfen werden. Die Untersuchung hat gelehrt, wie Graber mitteilt, dass die aus dem Vormagen austretenden Nahrungsteilchen ausserordentlich fein zerteilt sind, während im Schlundrohr noch viele ziemlich grosse Stücke vorkommen. Von dieser Ansicht ist man in neuerer Zeit vollständig zurückgekommen. Darnach werden die Speisen im Kaumagen nicht weiter zerkleinert; die Zähne des Apparates sollen nur den Zweck haben, den Speisebrei im Magen zurückzuhalten. Emery ist der Ansicht, dass bei den Ameisen der Kaumagen nicht die ihm sonst zugeschriebene Funktion des Kauens hat, sondern als Druckapparat dient, damit der Speiseinhalt in den Mitteldarm gepresst werde. Aber schon Goldfuss leugnet die zerkleinernde Thätigkeit des Kaumagens bei den Orthopteren (Symbolae ad Orthopterorum quorundam oeconomiam. 1843); denn der Inhalt desselben

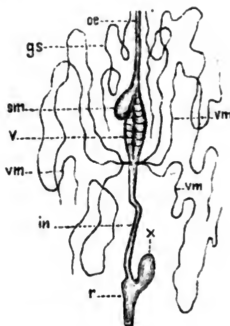


Fig. 305.
Nahrungskanal eines Schmetterlings, *Pieris brassicae* L. Nach Herold.
gs, Speicheldrüsen (glandulae salivales); oe, Speiseröhre (oesophagus); sm, Saugmagen (ventriculus appendiculatus); v, Magen (ventriculus); vm, die Malpighischen Gefässe (vasa Malpighii); in, Dünndarm (intestinum); r, Dickdarm (colon, rectum); x, Blinddarm (coecum).

sei schon im Schlunde flüssig, so dass der Kaumagen nicht nötig habe, die Speisen zu zerkleinern. — Ob die entgegenstehenden Ansichten sich dadurch erklären lassen, dass die verschiedenen Untersucher ihr Urteil nicht umfassend genug begründet haben? (S. 590.)

Van Gehuchten konstatierte bei der Untersuchung der *Ptychoptera contaminata* (Dipteron), dass der Proventriculus eigentlich zum Mitteldarm gehört.

Der Vorderdarm ist bei sehr vielen Insekten eingestülpt und ragt rüsselartig in den Mitteldarm hinein. A. Schneider hat diese Bildung als Rüssel und Trichter bezeichnet. Der Rüssel findet sich an der Stelle, wo der Vorderdarm in den Mitteldarm übergeht und entsteht dadurch, dass der erstere eine Umstülpung nach aussen macht, so dass er in den Mitteldarm invaginiert erscheint. An dieser Umstülpung beteiligen sich sämtliche Schichten der Darmwand in der Weise, dass die Längsfasern sich im hinteren Teile des Vorderdarms erheben und schräg nach der äusseren Kante der Umstülpung ziehen.

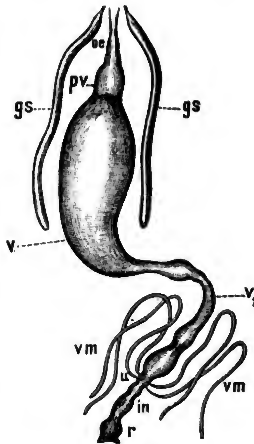


Fig. 306.

Nahrungskanal einer Holzlaus, *Caecilius burmeisteri* Br. Original.

gs, Speicheldrüsen (glandulae salivales); oe, Speiseröhre (oesophagus); pv, Vormagen (proventriculus); v, Magen (ventriculus); v_1, der sehr verdünnte und aus einigen Abteilungen bestehende hintere Teil des Magens; vm, die Malpighischen Gefässe; u, Darmring, in den die Malpighischen Gefässe münden (urinarium); in, Dünndarm (intestinum); r, Dickdarm (rectum).

Der Mitteldarm (Magen) ist meistens der umfangreichste Abschnitt des Darmrohrs. Vom Vorderdarm ist er entweder deutlich abgesetzt (Fig. 303), oder es ist keine Grenze zwischen beiden Abschnitten erkennbar. Sehr lang ist der Mitteldarm bei den Blatthornkäfern (z. B. *Melolontha, Geotrypes*, Fig. 304). Während er bei *Meloë* den grössten Teil der Leibeshöhle ausfüllt, ist er bei Bockkäfern (Cerambycidae) und Schmetterlingen (Lepidoptera) sehr klein. Auch die Länge des Mitteldarms im Verhältnis zu derjenigen des Hinterdarms ist sehr verschieden, sogar in nahe verwandten Familien, z. B. unter den Käfern bei Carabiden und Dytisciden (Fig. 303 und 308). Dass der hintere dünne Abschnitt des Mitteldarms verschiedene Abteilungen, welche durch Auftreibungen und Einschnürungen gekennzeichnet sind, enthalten kann, zeigt die beistehende Figur des Nahrungskanals einer Holzlaus (Fig. 306 v_1).

Der vordere Abschnitt (v) des Mitteldarms ist der eigentliche Magen, auch Chylusmagen genannt. Er trägt vorn bei den Schaben (Blattidae) blinddarmähnliche, bei den Grillen (Gryllidae, Fig. 307) sackförmige Anhänge. Bei den Carabiden und Dytisciden unter den Käfern ist der Chylusmagen mit zahlreichen kleinen Zotten dicht besetzt (Fig. 303 v, 308 v).

Die sackartigen Ausstülpungen am vorderen Ende des Mitteldarmes der Orthopteren sind mit Drüsenzellen angefüllt; und Zellen von gleicher Beschaffenheit finden sich am Mitteldarm zwischen der Muskel- und inneren Chitinhaut. (Graber, Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. 59. Bd. 1869. S. 4.) — Diese Darmanhänge sind keine Ausstülpungen des Darmes selbst; denn die Intima ist an der Ausstülpung nicht beteiligt. Vielmehr sind es nur Ausstülpungen der unter der Muskellage befindlichen Drüsenschicht. Kurze Darmanhänge am Dünndarm oberhalb der Einmündung der Malpighischen Gefässe fand Paul Mayer bei der weiblichen Feuerwanze (*Pyrrhocoris apterus*). Ihrer Grösse nach wechseln sie bei erwachsenen Tieren zwischen 0,065 und 0,28 mm. Es wird ein Sekret in ihnen abgesondert, welches anscheinend dem Mundspeichel ähnlich ist.

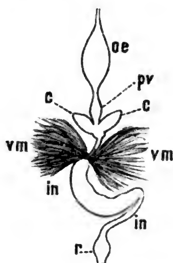


Fig. 307.
Nahrungskanal der Feldgrille, *Gryllus campestris*.
oe, Speiseröhre; pv, Vormagen; c, c, sackförmige Anhänge des Magens; vm, die Malpighischen Gefässe; in, in, Dünndarm; r, Mastdarm.

Abweichend von der gewöhnlichen Bildung ist der Darmkanal der Lamellicornierlarven beschaffen. Während der Vorder- und der Hinterdarm einfach und einander gleich gebaut sind, finden sich an dem Mitteldarm Kränze von Blindschläuchen, die je nach der Gattung oder Gruppe an Zahl und Ausbildung verschieden sind; so z. B. findet sich bei der Larve des Nashornkäfers, *Oryctes nasicornis*, am Vorderteil ein Doppelkranz solcher Schläuche, am Mittel- und Hinterteil je ein einfacher Kranz. Bei der Larve des Maikäfers, *Melolontha*, fehlt jedoch der Mittelkranz, und die anderen sind auch wenig entwickelt.

Der Chylusmagen des weiblichen Sandflohes (*Sarcopsylla penetrans*) erscheint während der Schmarotzerperiode des Insekts als ein verzweigter Sack mit blinden, unregelmässig zwischen den übrigen Organen der Leibeshöhle gelegenen Fortsätzen. Diese sonst nur bei den Milben (Acaridae), Spinnen (Araneidae) und Meeresspinnen (Pycnogonidae) bekannte Bildung des Darmes ist vielleicht in der aus Blut und Lymphe anderer Tiere bestehenden Nahrung begründet. (Schimkewitsch, Zool. Anz. 1884. S. 675.)

Der Pylorus oder Pförtner bildet den Eingang vom Mittel-

darm in den Hinterdarm und besteht aus Wülsten, welche in das Lumen vorspringen. Zwischen diesen Wülsten münden die Malpighischen Gefässe.

Der Hinterdarm ist in seinem vorderen Abschnitt meist dünn und wird demgemäss Dünndarm (ilium, intestinum) genannt. Seine Länge im Verhältnis zum Mitteldarm ist sehr verschieden. Sehr lang ist er bei manchen Fleischfressern, z. B. den Dytisciden, auch bei den Arten von *Necrophorus;* ziemlich kurz jedoch bei den Carabiden und Cicindeliden, ferner bei den von Säften lebenden Insekten, z. B. Dipteren. Bei den Lepidopteren ist die Länge des Hinterdarmes sehr verschieden. Kurz ist der Hinterdarm auch bei den Psociden, Tenthrediniden und Chrysomeliden; auch meist bei den Larven der Insekten. Es fehlt der Hinterdarm bei den Odonaten, Ephemeriden und manchen Rhynchoten.

Bei manchen Insekten finden wir am Hinterdarm mehrere Abschnitte, welche durch Einschnürungen bezeichnet sind, z. B. bei *Cerambyx heros.*

Eine merkwürdige Erscheinung am Hinterdarm ist der seitlich abstehende Anhang, der sogenannte Blinddarm oder das Coecum (Fig. 305 x u. 308 x), der sich bei *Dytiscus*, *Silpha*, *Necrophorus* usw., ferner bei *Nepa* (Wasserwanze) und bei den Tagschmetterlingen findet.

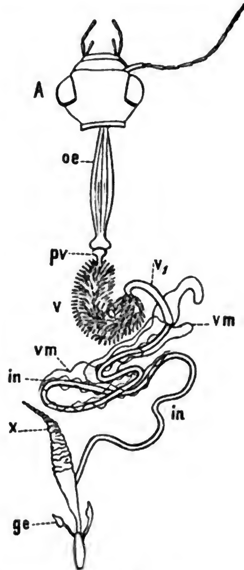


Fig. 308.
Nahrungskanal eines Schwimmkäfers, *Dytiscus circumcinctus*, in natürlicher Lage dargestellt. Original.
A, Kopf; oe, Speiseröhre; pv, Vormagen (Kaumagen); v, vorderer Abschnitt des Magens, mit drüsenartigen Zotten bekleidet; v_1, hinterer Abschnitt des Magens; vm, die Malpighischen Gefässe; in, Dünndarm, vorn von den Malpighischen Gefässen besetzt; x, Blinddarm; ge, Analdrüsen.

Am verdickten Hinterteile des Hinterdarms, dem Mastdarme, ist die keulenförmige Auftreibung, welche wohl bei den meisten Insekten gefunden wird, bemerkenswert. Unter der Bezeichnung „das Rektum“ ist sie häufig Gegenstand anatomischer Untersuchungen gewesen. Im Innern ist sie durch Vorsprünge ausgezeichnet und äusserlich mit Tracheen besetzt. Die in den Wandungen des Rektums befindlichen Drüsen hat Prof. Chun zum Gegenstande einer Abhandlung gemacht. Bei *Cerambyx heros*

fand ich keine Anschwellung am Hinterdarm; dieser verdünnt sich im Gegenteil in seinem hinteren Ende, wird im hinteren Abschnitt zusammen mit dem hinteren Teile des Eileiters (und ähnlich beim Männchen mit dem Ductus ejaculatorius) von einer dünnen Chitinröhre umschlossen.

Die am letzten, meist eingezogenen Hinterleibsringe befindliche Afteröffnung ist die Ausfuhröffnung des Mastdarms und bei Käfern im Grunde der Einstülpung (Kloake) der Hinterleibsspitze zu suchen; die aussen sichtbare Oeffnung ist dagegen meistens nicht die Afteröffnung. Bei Insekten, deren Hinterleib aus zehn freien Segmenten besteht, ist die frei vortretende Afteröffnung von Klappen (S. 310) umgeben. Den Larven der Ameisenlöwen (*Myrmecoleon*) fehlt der After; ebenso den jüngsten Larven der Stachelimmen (Hymenoptera aculeata); ältere Larven besitzen einen gut ausgebildeten After, der an dem Querspalt am Ende des letzten Segments leicht zu erkennen ist. (H. Müller.)

Wenn der After fehlt, ist der Hinterdarm vom Mitteldarm im Innern vollständig getrennt.

* * *

Sehr merkwürdig ist der Darmkanal der Cocciden (Pflanzenläuse). Das vordere Ende des langen Mitteldarms bildet mit dem hinteren Ende des Schlundrohrs eine kleine Schlinge (Ansa minor), deren hinteres Ende fest mit der Wand des Mastdarms verwachsen und in eine taschenförmige Vertiefung desselben eingesenkt ist. Alsdann wendet sich der übrige schlauchförmige Mitteldarm seitwärts und bildet eine grosse, in sich zurücklaufende und einen grossen Teil der Leibeshöhle einnehmende Schlinge (Ansa major). Diese Schlinge nimmt am vorderen Ende in der Nähe des Schlundrohrs die beiden Harngefässe auf und bildet kurz vor seiner Einmündung in den Mastdarm einen kurzen, nach vorn gerichteten Blinddarm. (Mark). — Witlaczil beschreibt des näheren die Drehungsrichtung der Verschlingungen der kleinen Schlinge (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 43. Bd. 1885. S. 167).

Auch bei den Psylliden und einigen Cicadiden bildet der Darm eine ähnliche Verschlingung (Witlaczil, ebenda S. 603—605).

* * *

Die histiologische Beschaffenheit des Nahrungskanals ist gleich der äusseren Beschaffenheit und Gestaltung eine recht mannigfaltige. Durchweg finden sich aber aussen schwächere und stärkere Muskelschichten, innen eine Chitinhaut; im Vorderdarm ist diese bei vielen Insekten mit faltenartigen Vorsprüngen, Leisten, Zähnen, Stachelkränzen und Höckern im Kaumagen (s. oben) versehen; im Mitteldarm zeigt sich uns innen eine starke Epithelschicht, welche aus langen, drüsenartigen Zellen gebildet ist. Der Enddarm ist dem Vorderdarm ähnlich; neben dicken Muskellagen erscheint die rauhe und faltige Chitinhaut in starker Ausbildung. — Bei vielen Insekten

ist auch im Vorderdarm eine Epithelschicht (Epithelzellenlage) vorhanden; sie fehlt nach Plateau sowohl dem Schlundrohr wie dem Kropfe der Carabiden und Dytisciden.

Die Muskulatur des Darmschlauchs besteht aus Quer- und Längsmuskeln und ist an den einzelnen Abschnitten verschieden ausgebildet. Die Quermuskeln (Ringmuskeln) bilden die innere Schicht (mt); über ihr liegen die Längsmuskeln (ml), die oft gesonderte Stränge bilden. Das Rektum hat jedoch nur Ringmuskeln. Mingazzini fand bei der Untersuchung der Lamellicornierlarven, dass die einzelnen Muskelfasern am Rektum an sich keine Ringe bilden, sondern ein Sechstel von dem Umfange des Rektums betragen und an ihren Enden miteinander verkittet sind. Die von vielen Tracheen versorgte starke Ringmuskulatur des Rektums verschwindet nahe am After, während von der Körperwandung Schliessmuskeln an das Rektum herantreten. Die von der Wirkung dieser Schliessmuskeln (Sphinkter) ausgehende Kraft ist so gross, dass bei energischer Kontraktion des Endteils des Rektums ein Teil desselben aus dem After herausgedrängt werden kann.



Fig. 309.
Querschnitt durch den Mitteldarm eines Insekts. Schematisch.
ml, Längsmuskeln; mt, Ringmuskellage; ce, Epithelzellenlage; i, Intima.

Litteratur über den Ernährungsapparat.

Treviranus, G. R., Resultate einiger Untersuchungen über den inneren Bau der Insekten. (Verdauungsorgane von *Cimex rufipes.*) (Annal. d. Wetterau. Gesellsch. 1809. T. 1. S. 169—177. Mit 1 Taf.)

Ramdohr, C. A., Abhandlungen über die Verdauungswerkzeuge der Insekten. 1811. VIII u. 221 S. 30 Taf.

Dutrochet, R. J. H., Mémoire sur les métamorphoses du canal alimentaire dans les insectes. (Journal de Physique. 1818. T. 86. S. 130—135, 189—204. — Meckel's Archiv 1818. Bd. 4. S. 285 bis 293.)

Suckow, F. W. L., Verdauungsorgane der Insekten. (Heusinger's Zeitschr. f. organ. Physik. 1828. 3. Bd. S. 1—89.)

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. I. Bd. 1832. („Vom Darmkanal und seinen Anhängen.“ S. 127—161.)

Doyère, L., Note sur le tube digestif des Cigales. (Ann. d. Scienc. natur. Zool. 1839. 2. Sér. T. 11. S. 81—85.)

Grube, A. E., Fehlt den Wespen- oder Hornissenlarven ein After oder nicht? Mit 1 Taf. (Müller's Archiv für Physiol. 1849. S. 47—74.)

Sirodot, Recherches sur les sécrétions chez les Insectes. (Annal. Scienc. natur. 4. Sér. Zool. 1858. Vol. 10. S. 141—189, 251—328. Mit 12 Taf. — Bericht von Gerstaecker für 1858. S. 19—21.)

Milne Edwards, H., Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. (5. Bd. 1859. S. 498—536, 581—638.)

Dufour, L., Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres insectes Coléoptères. Appareil digestif. (Annal. Scienc. Nat. T. 2. 1824. S. 462—482. Mit 2 Taf. — T. 3. 1824. S. 215—242. Mit 5 Taf. S. 476—491. Mit 3 Taf. — T. 4. 1824. S. 103—125. Mit 4 Taf. — T. 4. 1825. S. 265—283.)

—, —, Recherches anatomiques sur l'Hippobosque des chevaux. (Ann. Scienc. natur. 1825. T. 6. S. 299—322. Mit 1 Taf.)

—, —, Description et Figure de l'appareil digestif de l'*Anobium striatum*. Ebenda. T. 14. 1828. S. 219—222. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur les Labidoures. Appareil de la digestion. (Ebenda. T. 13. 1828. S. 348—354. Mit 2 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur quelques insectes coléoptères, compris dans les familles des Dermestins, des Byrrhiens, des Acanthopodes et des Leptodactyles. Apparreil digestif. (Ebenda. II. Série. Zoologie. Vol. 1. 1834. S. 67—76. Mit 2 Taf.)

—, —, Resumé des recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères. (Ebenda. S. 232—239.)

—, —, Mémoire sur les métamorphoses et l'anatomie de la *Pyrochroa coccinea*. Appareil digestif. (Ebenda. II. Sér. Zoologie. Vol. 13. 1840. S. 328—330, 334—337. Mit 2 Taf.)

—, —, Histoire des métamorphoses et de l'anatomie des Mordelles. (Ebenda. Vol. 14. S. 230—235. Mit 1 Taf.)

—. —, Histoire comparative des métamorphoses et de l'anatomie des *Cetonia aurata* et *Dorcus parallelepipedus*. Appareil digestif. (Ebenda. II. Sér. Zoologie. 1842. Vol. 18. S. 174—178. Mit 2 Taf.)

—, —, Anatomie générale des Diptères. Appareil digestif. (Ebenda. III. Sér. Zool. Vol. 1. 1844. S. 248—249.)

—, —, Histoire des métamorphoses et de l'anatomie du *Piophila petasionis*. Appareil digestif. (Ebenda. III. Sér. Zool. Vol. 1. 1844. S. 372—377. Mit 1 Taf.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques sur les insectes Diptères de la famille des Pupipares. Appareil digestif. (Ebenda. III. Sér. Zoologie. Vol. 3. 1845. S. 67—73. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches sur l'anatomie et l'histoire naturelle de l'*Osmylus maculatus*. Appareil digestif. (Ebenda. III. Sér. Zool. Vol. 9. 1848. S. 346—349. Mit 1 Taf.)

—, —, Études anatomiques et physiologiques, et observations sur les larves des Libellules. Appareil digestif. (Ebenda. III. Sér. Zoologie. Vol. 17. 1852. S. 101—108. Mit 1 Taf.)

Dufour, Recherches anatomiques sur les Hyménoptères de la famille des Urocerates. Appareil digestif. (Ebenda. IV. Sér. Zool. Vol. 1. 1854. S. 212—216. Mit 1 Taf.)

—, —, Fragments d'anatomie entomologique. Sur l'appareil digestif du *Nemoptera lusitanica*. (Ebenda. IV. Sér. Vol. 8. 1857. S. 6—9. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur les Hémiptères du genre *Leptopus*. Appareil digestif. (Ebenda. IV. Sér. Zool. 1858. Vol. 10. S. 352—356. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur l'*Ascalaphus meridionalis*. Appareil digestif. (Ebenda. IV. Sér. Vol. 13. 1860. S. 200—202. Mit 1 Taf.)

Leydig, F., Zur Anatomie von *Coccus hesperidum*. (Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. 5. 1853. S. 1—12. Mit Taf.)

Lubbock, J., On the Digestive and Nervous System of *Coccus hesperidum*. (Proceed. Roy. Soc. Vol. IX. 1858. S. 480—486. — Auch: Ann. Mag. Nat. Hist. 1859. 3. Ser. Vol. III. S. 306—311.)

Scheiber, S. H., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestriden-Larven. V. Das chylo- und uropoetische System. (Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturwiss. Cl. 1862. Bd. 45. I. Abt. S. 39—64. Mit 1 Taf.)

Gerstaecker, A., Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. V. Bd. Gliederfüssler. Ernährungsorgane, S. 87—105.)

Graber, V., Zur näheren Kenntnis des Proventriculus und der Appendices ventriculares bei den Grillen und Laubheuschrecken. Mit 3 Taf. (Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Mathem.-naturwiss. Cl. 59. Bd. 1. Abt. 1869. S. 29—46.)

—, —, Ueber die Ernährungsorgane der Insekten und nächstverwandten Gliederfüssler. (Mitteil. d. naturwiss. Vereins für Steiermark. Graz, 1871. 2. Bd. S. 181—182.)

—, —, Verdauungssystem des Prachtkäfers. (Ebenda. Graz, 1875.)

—, —, Die Insekten. I. 1877. (Verdauungsapparat. S. 308—328.)

Wilde, K. F., Untersuchungen über den Kaumagen der Orthopteren. Mit 3 Taf. (Archiv f. Naturgesch. 43. Jahrg. 1877. S. 135—172.)

Tursini, G. Fr., Un primo passo nella ricerca dell' assorbimento intestinale degli artropodi. (Rend. d. R. Accadem. di Sc. fis. e matemat. di Napoli. 1877. XVI. S. 95—99. Mit 1 Taf.)

Simroth, H., Ueber den Darmkanal der Larven von *Osmoderma eremita* mit seinen Anhängen. (Giebel's Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. 1878. 51. Bd. S. 493—518. Mit 3 Taf.)

Müller, H., Ueber die angebliche Afterlosigkeit der Bienenlarven. (Zool. Anzeiger. 1881. S. 530—531.)

Schiemenz, Paulus, Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Bienen, nebst einem Anhange über das Riechorgan. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 38. Bd. 1883. S. 71—135. Mit 3 Taf.)

Rovelli, G., Alcune ricerche sul tubo digerente degli Atteri, Ortotteri e Pseudo-Neurotteri. Como, 1884. 15 S.

Schönfeld, Die physiologische Bedeutung des Magenmundes der Honigbiene. (Archiv f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt. 1886. S. 451—458.)

Beauregard, H., Structure de l'appareil digestif des Insectes de la tribu des Vésicants. (Compt.-Rend. Acad. Paris, 1884. T. 99. S. 1083—1086.)

—, —, Recherches sur les Insectes Vésicants. 1. Part. Anatomie. (Journ. Anat. Phys. Paris, 1885. 21. Année. S. 483—524. Mit 4 Taf.; 1886. 22. Année. S. 85—108, 242—284. Mit 5 Taf.)

—, —, Les Insectes Vésicants. Paris, 1890. — Darin: Cap. III. Appareil digestif, S. 63—99. — Phénomènes digestifs, S. 161—170; Taf. 6—9.

Wertheimer, L., Sur la structure du tube digestif de l'*Oryctes nasicornis*. (Compt.-Rend. Soc. Biol. Paris, 1887. 8. Sér. T. 4. S. 531—532.)

Schneider, A., Ueber den Darm der Arthropoden, besonders der Insekten. (Zool. Anzeiger. 1887. 10. Jahrg. S. 139—140.)

—, —, Ueber den Darmkanal der Arthropoden. (Zool. Beiträge von A. Schneider. 2. Bd. 1887. S. 82—96. Mit 3 Taf.)

Fritze, A., Ueber den Darmkanal der Ephemeriden. Mit 2 Taf. (Berichte der Naturforsch.-Gesellsch. zu Freiburg i. Br. 1888. 4. Bd. S. 59—82; — Naturwiss. Rundschau. 1889. 4. Jahrg. S. 86—87.)

Emery, C., Ueber den sogenannten Kaumagen einiger Ameisen. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1888. 46. Bd. S. 378—412. Mit 3 Taf. und Holzschn.)

Meinert, F., Contribution à l'anatomie des Fourmilions. (Overs. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. Kjöbenhavn, 1889. S. 43—66. Mit 2 Taf.)

Mingazzini, P., Richerche sul canale digerente dei Lamellicorni fitofage (Larve e Insetti perfetti). (Mitteil. Zool. Station zu Neapel. 9. Bd. 1889—91. S. 1—112, 266—304. Mit 7 Taf.)

Visart, O., Digestive Canal of Orthoptera. (Atti Soc. Toscana Scient. Natur. VII. 1891. S. 277—285. — Journ. Royal Microscop. Soc. 1892. S. 201.)

Eberli, J., Untersuchungen an Verdauungstrakten von *Gryllotalpa vulgaris*. (Vierteljahresschr. d. Naturforsch. Gesellsch. Zürich, 1892. — Sep. 46 S. mit Fig.)

Vergleiche ferner Straus-Duerkheim, Mark, Witlaczil, Vayssière, Landois, Jordan, Oudemans, Berlese, List, Grassi usw. S. 342—349 dieses Buches.

Die Nahrungsaufnahme.

Bei der Nahrungsaufnahme unterscheiden wir zwischen der Aufnahme fester und flüssiger Stoffe. Wie wir schon aus der

verschiedenen Beschaffenheit der Mundwerkzeuge ersehen, muss die Art und Weise, wie die Insekten je nach der Gruppe für ihr Nahrungsbedürfnis sorgen, verschieden sein. Die mit kräftigen Oberkiefern versehenen Insekten, also die Käfer, Heuschrecken und andere, erfassen erst das Nahrungsobjekt mit den Oberkiefern und beissen mit diesen den Bissen ab, wobei Ober- und Unterlippe teils als Stütze dienen, teils mit den an ihnen, beziehungsweise auch an der Zunge befindlichen Geschmacksnerven die Nahrung prüfen. Das abgebissene oder abgerissene Stück wird von den Unterkiefern aufgenommen und je nachdem noch zerkleinert. Dabei wird der Bissen von der Unterlippe gehalten. Hiernach wird der Bissen von den Unterkiefern weiter in die Mundhöhle hineingeschoben, um durch die Schluckbewegungen (mit Hilfe der Schlundmuskeln, Seite 359) in das Schlundrohr befördert zu werden. Bei Fleischfressern, welche die Fleischstücke, ohne sie zu zerkauen, verschlingen, wird alles weitere dem Verdauungsorgan überlassen. Dies ist bei den Libellen nicht der Fall; sie zerkauen die aufgenommene Nahrung im Munde, bis sie für die Verdauung genügend vorbereitet ist. Insekten, deren Oberkiefer je einen kräftigen Mahlzahn aufweisen, der sogar mit Querriefen, also mit einer Mahlfläche versehen sein kann (S. 205), wird die aufgenommene Nahrung fein zermahlen, wohl bis zu dem Grade, dass sie in diesem Zustande für die Verdauung geeignet ist. Manche mit kräftigen Oberkiefern versehene Käfer (Lucaniden, Cerambyciden) nehmen fast nur flüssige Stoffe, z. B. Baumsäfte, auf, die sie mit dem pinselförmigen Endstücke der Unterkiefer auflecken. Bei vielen Blatthornkäfern, z. B. Mistkäfern *(Copris, Aphodius)* und Blumenkäfern *(Cetonia, Trichius)* sind die Oberkiefer dünn und blattartig und dienen nur dazu, flüssige oder halbflüssige Stoffe in den Mund hineinzubefördern.

Wie die letzterwähnten Insekten den Uebergang zu den saugenden vermitteln, so finden wir das in noch höherem Grade bei den Wassermotten (Trichoptera), welche noch Oberkiefer, aber sehr verkümmerte, besitzen und nur flüssige Nahrung zu sich nehmen (S. 228). Dasselbe ist bei den Frühlingsfliegen (Perliden) und Eintagsfliegen (Ephemeriden) der Fall.

Ueber die Saugvorrichtung der Larven der Myrmeleontiden (Ameisenlöwen) nebst Verwandten, [z. B. *Chrysopa*, und Dytisciden (Schwimmkäfer) vergl. S. 208. Es sei hierzu noch etwas über die Larve von *Osmylus maculatus* mitgeteilt. Deren Saugzangen bestehen aus den übereinander gelegten Mandibeln und Maxillen; sie sind lang, fast gerade und an der Spitze etwas auswärts gebogen. Die Larve spiesst ihre Beute mit diesen Zangen auf, öffnet dieselben wieder ein wenig, so dass sie durch das Wundloch des Opfers nicht mehr zurückziehbar sind, und saugt letzteres aus, verhält sich also wie die Larven der Hemerobiiden und Myrmeleontiden. (Brauer, Archiv f. Naturgesch. 17. Jahrg. 1851. 2. Heft. S. 255—258.)

Ein wirkliches Saugen müssen wir auch bei den Larven von *Drilus* und *Lampyris* annehmen, welche sich von lebenden Schnecken ernähren. Wenn diese Larven ihr Opfer mit ihren durchbohrten Oberkiefern anstechen, so dringt das Blut desselben durch die Oberkiefer, welche am Eingang in die Mundhöhle geöffnet sind, hindurch, sammelt sich in der Mundhöhle in einem Haarschopf und wird alsdann in den Schlund befördert. (Meinert, Entomol. Tidskr. 1886. 7. Arg. S. 191—193.)

Der Saugapparat der Hymenopteren wurde bereits auf S. 229 besprochen. Wie Kräpelin auf grund seiner Untersuchungen an *Bombus* mitteilt, geht hier die Aufnahme von Flüssigkeiten in folgender Weise vor sich. Der aufzusaugende flüssige Stoff tritt an der Spitze des Rüssels in die unterseits mit einem Kanale (dem inneren Saugrohre) versehene Unterlippe ein, gelangt jedoch auf ihrem Wege mehr und mehr in das von den Unterlippentastern und Kiefern gebildete äussere Saugrohr, um schliesslich an der Einlenkungsstelle der Paraglossen, beiderseits den Körper der Unterlippe umfliessend, zwischen den Unterkiefern und der Unterlippe in den Mund einzutreten. (Zool. Anz. 1882. S. 575.)

In neuerer Zeit haben einige Naturforscher auch der Physiologie des Saugens der Lepidopteren, Dipteren und Aphiden ihre Aufmerksamkeit zugewandt. Bereits auf S. 360—363 dieses Buches ist bei der Besprechung der Muskulatur des Saugapparates einiges über das Saugen der Dipteren und anderer Insekten mitgeteilt. Hier mögen im Anschluss daran noch folgende Darlegungen Platz finden.

Bei den Lepidopteren führt die Mundöffnung durch einen engen kurzen Kanal, den sogenannten Mundkanal, in den sackartig erweiterten Anfangsteil des Kropfes (Oesophagus) über. Dieser als Schlundkopf bezeichnete Teil ist ein rundliches oder eiförmiges Gebilde, das mit der Vorderwand des Kopfes fest verwachsen ist und fast horizontal im Innenraume des Kopfes liegt. Ein einzelner Muskel geht vorn von der Oberseite des Schlundkopfes an die Stirnwand und heisst Stirnmuskel; zwei andere von der Oberseite desselben entspringende Muskeln gehen nach der Scheiteldecke des Kopfes und werden als Seiten- und Rückenmuskeln bezeichnet. Die Unterseite des Schlundkopfes wird von einer schildförmigen Chitinplatte gebildet, die an ihrer nach aussen gekehrten Seite zwei Vorsprünge zur Anheftung von Muskeln trägt. „Ueber die aufwärts gewölbten Ränder dieser Grundplatte spannt sich lose eine sehr zarte Chitinmembran als Decke des Schlundkopfes, die im Ruhezustande jener fast dicht aufliegt, während des Saugens dagegen durch Kontraktion der Stirn-, Seiten- und Rückenmuskeln von dieser ab in die Höhe gezogen wird. Eine dicke Lage von Längsmuskeln verläuft von der vorderen Partie dieser Decke über sie hin nach hinten und inseriert am Hinterrande der Grundplatte, während eine gleich starke Schicht von Muskeln quer über dieselbe hinweg von einer Kriste der Platte zur anderen

geht. Diese Muskelüberkleidung macht in Verbindung mit den Stirn-, Seiten- und Rückenmuskeln den Schlundkopf zu einem höchst vollkommenen Pumpapparate. Zunächst kontrahieren sich beim Beginne eines Saugaktes die zuletzt genannten Muskeln, die Decke wird hoch emporgewölbt, und es entsteht so ein ziemlich grosser luftleerer Raum. Eine eigentümliche Einrichtung am Eingange aus diesem Schlundkopfraume in den Oesophagus, aus einer Reihe nebeneinander stehender, nach hinten gerichteter zahnartiger Chitinfortsätze der Grundplatte bestehend, verhindert dadurch, dass sich diese Zähne aufrichten und so den Oesophaguseingang abschliessen, das Einströmen von Luft oder Nahrungssubstanzen aus dem Oesophagus in das Vakuum des Schlundkopfes. So bleibt nur die eine Möglichkeit, dass dasselbe von der Mundöffnung her gefüllt wird; eine Quantität der Flüssigkeit, in welche der Rüssel getaucht ist, strömt ein. Jetzt tritt mit gleichzeitiger Erschlaffung der erwähnten drei Muskeln eine Kontraktion der Längs- und Quermuskeln ein, die Decke wird herabgedrückt und treibt nun den Inhalt des Schlundkopfraumes, der durch einen als Ventil wirkenden muskulösen Zapfen vor dem Eingange in den Mundkanal, die sogenannte Mundklappe, am Entweichen nach aussen gehindert wird, in den jetzt offenen Oesophagus." (Kirbach, Zoolog. Anzeiger. 1883. S. 555—557.)

Burgess untersuchte die Saugvorrichtung und den Akt des Saugens bei *Danais archippus* (vergl. S. 361).

Witlaczil schrieb über den Saugapparat der Aphiden. Nach diesem Forscher dienen die zahlreichen, den ganzen oberen Teil des Vorderkopfes ausfüllenden Muskeln, welche sich an die Wandungen des Schlundes ansetzen, nur zur Erweiterung des Schlundes, infolgedessen die aufzusaugende Flüssigkeit bis in den Schlund aufsteigt. Ebenso ist Büsgen der Ansicht, dass die Flüssigkeit durch den Kanal des Saugrohrs teils nach dem Gesetze der kapillaren Attraktion, teils durch Saugen emporsteigt.

Litteratur.

Treviranus, G. R, Ueber das Saugen und das Geruchsorgan der Insekten. (Annal. d. Wetterau. Gesellsch. 1812. T. 3. Heft 1. S. 147—161; 1814. Heft 2. S. 334—344.) Ist auch enthalten in den „Vermischten Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts". 1817. Bd. 2. S. 93—156. Mit 1 Taf.

Breitenbach, Wilh., Ueber die Funktion der Saftbohrer der Schmetterlingsrüssel. (Entom. Nachr. 6. Jahrg. 1880. S. 29—34.)

Witlaczil, E., Der Saugapparat der Phytophthiren. (Zool. Anz. 1886. S. 10—12.)

Büsgen, M., Der Honigthau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Jena, 1891. (Sep. aus d. Jenaischen Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 25.)

Man vergleiche ferner die Abhandlungen von Becher, Breithaupt, Breitenbach, Geise, Kirbach, Kräpelin und Wedde, S. 233—234; Witlaczil, Burgess, S. 348.

Der Saugmagen als Reservoir für flüssige Nahrung.

In früherer Zeit hatte die Ansicht Geltung, dass der Saugmagen (S. 576) beim Saugen des Insekts vermittelst des Rüssels das Aufsteigen der Flüssigkeit in diesen und in die Schlundröhre bewirke. Burmeister entwickelt diese komplizierte unrichtige Hypothese mit folgenden Worten: „Seine (des Saugmagens) Funktion besteht nämlich nicht darin, Nahrungsmittel in sich aufzunehmen, sondern das Aufsaugen der Nahrungsmittel dadurch zu befördern, dass er sich, nach Willkür des Kerfes, erweitert, so die in ihm enthaltene Luft verdünnt und auf diese Weise das Aufsteigen der Flüssigkeiten in den Rüssel und die Speiseröhre erleichtert.“ (Handbuch f. Entomologie. I. 1832. S. 134.)

Diese Ansicht über den „Saugmagen“ ist heute nicht mehr massgebend. Aber noch Breitenbach glaubte 1881 sie für die Schmetterlinge annehmen zu müssen. Und doch hat schon Ramdohr (1811) diesen Darmanhang ganz bezeichnend Speisesack genannt. Folgende Beobachtungen, von dem bekannten Dipterenforscher Löw an Fliegen angestellt, führen uns in die eigentliche Bedeutung des Saugmagens, wenigstens bei den Dipteren, ein.

Den Fliegen (Diptera) dient der Saugmagen als Reservoir oder Speisebehälter für reichlich eingenommene Nährstoffe, namentlich flüssiger Beschaffenheit. Der Saugmagen ist beim Ausschlüpfen der Fliege, wie Löw beobachtete, inhaltleer, auch nicht mit Luft gefüllt, sondern zusammengefaltet. Nimmt das Insekt ein wenig Nahrung ohne Gier zu sich, so gelangt diese direkt abwärts und unterliegt dem Verdauungsvorgange, während der Saugmagen ungefüllt und zusammengefaltet bleibt. Ganz anders verhält es sich, wenn das Insekt mit Gier zulangt, entweder durch eine ihm besonders angenehme Nahrung oder durch längeren Hunger dazu veranlasst. Alsdann wird nicht nur der Magen, sondern auch der Saugmagen mit Flüssigkeit oder Pflanzenpollen angefüllt. Das lässt sich an solchen Fliegen, deren Bauch ziemlich durchsichtig ist, genau erkennen. Ist die Fliege voll, so treibt sie nach einiger Zeit durch Bewegung und Zusammenziehung des Hinterleibes, wodurch ein Druck auf den prallen Speisesack ausgeübt wird, einen Tropfen der genossenen Speise bis zur Mündung des Rüssels und verschluckt den Tropfen dann gemächlich von neuem. Das wiederholt sich mehrmals, infolgedessen der Speisesack sichtlich schlaffer wird. Die allmähliche Entleerung desselben hat Löw deutlich gesehen. Auch fand er, dass, wenn die Flugzeit der Fliegen (*Bombylius*, *Thereva*, *Dolichopus* u. a.) des Morgens erst begonnen hatte, den Speisesack ganz mit Wasser

gefüllt, zu späterer Tageszeit meist halbleer, bei in später Nachmittagsstunde schwärmenden Bombyliern ganz leer, zuweilen mit einem anderen, gelblichen halbflüssigen Inhalte, vielleicht Blumenhonig, gefüllt. Nur in seltenen Fällen wurde der Speisesack mit Luft angefüllt gefunden.

Wie gelangt aber die eingesogene Flüssigkeit in den seitwärts hängenden Saugmagen, da doch der direkte Weg in das Darmrohr hinabführt? Ober- und unterhalb der Ansatzstelle des Saugmagens besitzt das Darmrohr einen ringförmigen Schliessmuskel (Sphinkter). Beginnt nun das Insekt zu saugen, so schliesst sich der hintere Schliessmuskel, so dass die Flüssigkeit nur in den Saugmagen fliessen kann. Nach und nach wird das angesammelte Nährmaterial in den Mitteldarm übergeführt. Soll es nun nicht in den Mund zurückgelangen, so schliesst sich der vordere Sphinkter, während der hintere sich öffnet und die Nährflüssigkeit den jetzt freien Weg in den Darm verfolgt. (Graber.)

Auch bei der Honigbiene *(Apis mellifica)* wird vermittelst eines Schliessmuskels der Mitteldarm vom Honigmagen (Kropf) abgeschlossen, so dass der letztere, wenn mit Honig gefüllt, vom Mitteldarm vollständig abgesperrt ist. Der Abschluss durch den Schliessmuskel wird dadurch bewirkt, dass die vier Klappen des Vormagens durch seine Zusammenziehung in enge Berührung gebracht werden. (Schiemenz, Herkommen des Futtersaftes, 1883.)

Litteratur.

Löw, H., Ueber die Bedeutung des sogenannten Saugmagens bei den Zweiflüglern. (Stettin. Entom. Zeitung. 1843. S. 114—118.)
Graber, V., Die Insekten. I. S. 315—317.

Die Verdauungsvorgänge.

Die Verdauung der in den Nahrungskanal aufgenommenen Speisen beginnt bei vielen Insekten bereits im Kropf, wird aber in dem erweiterten Mitteldarm, der deswegen als der eigentliche Magen aufzufassen ist, vollständig durchgeführt. Die Innenwandungen des Magens sind mit einer einfachen Lage von absondernden Zellen ausgekleidet, welche die Verdauung vermitteln. In höherer Ausbildung und fast selbständiger Gestaltung treten Drüsen bei den karnivoren und einigen anderen Coleopteren an der Aussenseite des Magens als kleine Schläuche auf (S. 578, Fig. 303c u. 308c).

Die Verdauungsvorgänge zu verfolgen gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Naturforschung, aber in neuerer Zeit sind mehrere Untersuchungen in dieser Richtung angestellt. Namentlich ist auf Plateau hinzuweisen. „Ich habe“, so schreibt dieser exakte Physiologe, „im kleinen das wiederholt, was so viele Andere im grossen

an den Säugetieren unternommen haben; ich ernährte die Gliedertiere, verfolgte schrittweise die Veränderungen der Nahrungsmittel in ihrem Verdauungskanal, analysierte die Flüssigkeiten, welche an den Wänden des Magens abgesondert werden, machte Versuche mit künstlicher Verdauung usw."

Die durch die Mundwerkzeuge mehr oder weniger zerkleinerten Nahrungsmittel gelangen in den ausdehnbaren Kropf, häufen sich hier und werden hier von eigentümlichen neutralen oder alkalischen Säften durchtränkt. Deren Einwirkung arbeitet bereits der eigentlichen Verdauung vor. Bei den fleischfressenden Insekten werden auf diese Weise die eiweissartigen Massen in lösliche und assimilierbare, den Peptonen ähnliche Stoffe umgewandelt. Bei den pflanzenfressenden Insekten wird eine reichliche Menge von Zucker auf Kosten der Stärke erzeugt. Diese Verdauungsvorgänge im Kropfe gehen zwar nur langsam von statten, aber der eigentliche Magen nimmt nicht eher den Speisebrei auf, als bis die Arbeit des Kropfes beendet ist. Alsdann gleiten die Nahrungsstoffe durch Druck von seiten der Wandungen des Kropfes durch den Klappenapparat des sogenannten Kaumagens, oder sie werden durch diesen hindurchfiltriert. Plateau hält den Kaumagen nicht für ein die groben Speisen zerreibendes Organ; denn bei den fleischfressenden Käfern und den Heuschrecken, deren Kaumagen in dieser Hinsicht eine klassische Ausbildung erfahren hat, sind die tierischen und pflanzlichen Stoffe, welche ihn passiert haben, keineswegs mehr zerkleinert als vor dem Durchgange durch den Kaumagen. Die Zähne des Kaumagens sollen nur den Zweck haben, ein Zurücktreten des Speisebreies aus dem Magen in den Kropf zu verhindern. (Vergl. S. 576.) Plateau befindet sich hier im Widerspruche mit früheren Forschern. Aber Krukenberg, der nach ihm mit dem gleichen Gegenstande sich beschäftigt hat, behauptet gleichfalls, dass der sogenannte Kaumagen auf die schon im Kropf halbverdaute Nahrung keine zerkleinernde Wirkung mehr ausüben kann.

Bei denjenigen Insekten, welche weder einen Kropf noch einen Klappenapparat (Kaumagen) besitzen, gehen die Nahrungsstoffe ohne weiteres in den Mitteldarm über. In diesem werden alle diejenigen Nahrungsstoffe, welche der Wirkung des Kropfes widerstanden haben oder direkt hierher gelangt sind, der Wirkung einer bei pflanzenfressenden Insekten alkalisch oder neutral, bei fleischfressenden Insekten einer sauer reagierenden Flüssigkeit unterworfen, welche teils von besonderen lokalen Drüsen, teils von den die Magenwandungen auskleidenden epithelialen Drüsenzellen stammt. Diese Drüsenflüssigkeit gleicht keineswegs dem Magensafte der Wirbeltiere; ihre Funktion ist je nach der Gruppe, welcher das Insekt angehört, verschieden. Bei den fleischfressenden Käfern emulsioniert sie die Fette; bei den Schwimmkäfern setzt sie die von der Speiseröhre begonnene Umwandlung der Stärke in Zucker fort; bei den Mistkäfern erzeugt sie

lebhaft Zucker, aber diese Thätigkeit ist eine lokale, sie erfolgt im Mitteldarm, aber sonst nirgends; bei den Raupen der Schmetterlinge veranlasst sie eine Produktion von Zucker und eine Emulsion der Fette; endlich bei den pflanzenfressenden Orthopteren scheint im Mitteldarm keine Bildung von Zucker stattzufinden, dieser Körper wurde im Kropfe erzeugt und seitdem gänzlich absorbiert.

Die Entleerung des Mitteldarms in den Enddarm geht im allgemeinen langsam und kontinuierlich von statten. Der vordere, gewöhnlich dünne und lange Abschnitt des Enddarms ist wahrscheinlich der Sitz einer lebhaften Absorption; und die Auskleidung mit Zellen von drüsenartigem Aussehen bei manchen Arten scheint anzudeuten, dass hier noch nachträgliche Verdauungserscheinungen stattfinden können. Die Reaktion des Inhalts ist neutral oder alkalisch. Der hintere Abschnitt des Enddarms ist umfangreicher und dient nur als Kotbehälter. Der bei den Schwimmkäfern (*Dytiscus*) und Wasserskorpionen (*Nepa*) ausgebildete voluminöse Blinddarm (Fig. 308, S. 579) ist entweder leer oder mit einer Flüssigkeit gefüllt und dient zur Aufnahme der von den Malpighischen Gefässen abgesonderten flüssigen Produkte; unter gewissen Umständen werden in ihm sogar Steine abgelagert.

Alle mit den Nahrungsstoffen eingenommenen unverdaulichen Bestandteile werden mit den Exkrementen wieder ausgeschieden, z. B. das Chitin der Insekten, die Pflanzencellulose und das Chlorophyll. Mit Hilfe des Mikrospektroskops können die letzteren Stoffe in allen Teilen des Verdauungskanals pflanzenfressender Insekten gefunden werden.

Chylusgefässe oder ihnen entsprechende Einrichtungen giebt es bei den Insekten nicht; die Produkte der Verdauung, gelöste Salze, Peptone, Zuckerlösungen, emulsionierte Fette usw. durchdringen die verhältnismässig dünnen Häute der Darmwandungen vermittelst eines osmotischen Prozesses und mischen sich ausserhalb des Darmrohres dem Blute bei, welches in regelmässigen Strömen in der Bauchhöhle zu den Seiten des Darmrohres zirkuliert.

Kowalewsky fand, dass bei Fütterungsversuchen mit Lakmus an *Musca*-Larven der Saugmagen, Oesophagus und der Proventrikulus mit seinen blinden Anhängen immer blau bleiben, also alkalisch reagieren, der Mitteldarm aber in seinem oberen Abschnitte auch blau bleibt, aber in seiner unteren Hälfte eine Abteilung hat, die intensiv rot wird, also eine stark saure Reaktion darstellt. Der Hinterdarm bleibt immer blau, hat also eine alkalische Reaktion. (Biolog. Centralbl. 9. Bd. 1889. S. 46.)

Mingazzini stellte bei der Untersuchung von Lamellicornier-Larven fest, dass in dem gefüllten Mitteldarme die Nahrung in einen Schleimsack eingehüllt ist. Dieser Schleimsack ist das Produkt der Schleimzellen der Innenwandung des Mitteldarms; diese wachsen zwischen den Magenzellen allmählich empor und schnüren schliesslich

ihren keulenförmigen Oberteil in Blasenform in das Lumen des Darms ab. Die Cylinderzellen des Magenepithels erzeugen den Magensaft und platzen dabei auf. Der Magensaft ist alkalisch. Nach Erschöpfung der den letzteren erzeugenden Zellen werden neue Zellen gebildet, wobei, wie bei den Imagines der Lamellicornier beobachtet wurde, in der Mutterzellenschicht eine indirekte Kernteilung stattfindet. Das verbrauchte Epithel wird verdaut, die Basalmembran durch den After entleert (Bizzozero, Atti Accad. di Torino, 1889. Vol. 24. S. 702).

Der Inhalt des Hinterdarmes besteht nach Untersuchungen an Melolonthiden aus den unverdauten Nahrungsresten und den Ausscheidungen der Malpighischen Gefässe (Mingazzini).

Nach Jousset's Untersuchungen an der gemeinen Küchenschabe, *Periplaneta orientalis*, sind die drei verschiedenen im Verdauungsapparate der Insekten vorkommenden Drüsenarten ganz voneinander getrennt. Die in der Speiseröhre liegenden Drüsen sind wirkliche Speicheldrüsen, sie besitzen die Fähigkeit, Stärke in Zucker überzuführen, eine Fähigkeit, welche den anderen Säften des Insekts abgeht. Die den Magen umgebenden Drüsen liefern hingegen einen sauren Saft, der auf Stärke nicht wirkt, aber die eiweissartigen Stoffe sehr leicht löst und in Peptone überführt; ferner besitzt dieser Saft die Eigenschaft, die Fette energisch in Emulsion zu verwandeln. Die dritte Art von Drüsen endlich, die sogenannten Malpighischen Gefässe, liefern ein Sekret, welches für die Verdauung ganz ohne Bedeutung, und nur ein Abscheidungsprodukt ist, das reichlich Harnsäure enthält. Diese strenge Sonderung der Funktionen in den Drüsen der Insekten spricht für die hohe Stellung dieser Tiere in der Reihe der Tierformen.

* * *

Um zu erfahren, wie viel Zeit dazu gehört, dass die aufgenommene Nahrung den ganzen Darmkanal durchläuft, also verdaut wird, fing Graber Feldgrillen *(Gryllus campestris)* ein. Eine am 11. April erhaltene Grille wurde in einem nicht luftdicht schliessenden Glasgefässe eingesperrt, ohne dass ihr Nahrung verabreicht wurde. Nachdem das Tierchen am 12. April die letzten Exkremente abgegeben, wurde sein Gewicht bestimmt. Es wog 0,726 Gramm. Nach 10 Tagen, am 22. April, wurde das arme, sicher vollständig ausgehungerte Insekt aus seinem Gefängnis genommen und gewogen. Es hatte 0,114 Gramm, also etwa ein Fünftel seines früheren Gewichts verloren. Nach der Wägung wurden ihm um 5 Uhr abends Salatblätter verabreicht, über welche es nach kurzem Betasten mit Heisshunger herfiel und sich durch nichts stören liess, bis alles verzehrt war. Hierauf musste das Tierchen in sein Gefängnis zurückwandern. Um Mitternacht liess es die ersten Exkremente fallen, woraus sich ergiebt, dass das Insekt ungefähr 7 Stunden braucht, um die eingenommene Nahrung zu verdauen. (Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, 1869. 59. Bd. I. Abt. S. 13.)

Auf Seite 60 und 62 dieses Buches wurden auf Grund einiger Beobachtungen von Schoch und Venus Mitteilungen über den Einfluss des Lichtes und gesteigerter Wärme auf die Gefrässigkeit gemacht. Die Beziehungen dieser Erscheinungen zur Verdauung sind noch unbekannt geblieben.

Litteratur über die Verdauungsvorgänge.

Davy, J., Note on the Excrements of certain Insects, and on the Urinary Excrement of Insects. (Edinburgh N. Philos. Journ. 1846. T. 40. S. 231—234, 335—340; 1848. T. 45. S. 17—29. — Erichson's Bericht f. 1846. S. 12.)

—, —, Some Observations on the Excrements of Insects, in a Letter addressed to W. Spence. (Transact. Ent. Soc. London. Ser. 2. Vol. 3. 1854. S. 18—32. — Gerstäcker's Bericht f. 1854. S. 9—10.)

Bouchardat, A., De la digestion chez le ver à soie. (Revue et Mag. de Zool. Sér. 2. 1851. T. 3. S. 34—40.)

Lacaze-Duthiers, H., und A. Riche, Mémoire sur l'alimentation de quelques insectes Gallicoles et sur la production de la graisse. (Ann. Scienc. natur. 1854. Sér. 4. T. 2. S. 81—105. — Gerstäcker's Bericht f. 1854. S. 10—12.)

Basch, S., Untersuchungen über das chylopoetische und uropoetische System von *Blatta orientalis*. (Sitzungsber. d. math.-naturwiss. Classe d. Akad. d. Wissensch. Wien, 1858. 33. Bd. S. 234—260. Mit 5 Taf. — Bericht v. Gerstäcker f. 1858. S. 24—25.)

Lambrecht, A., Der Verdauungsprozess der stickstoffreichen Nährmittel, welche unsere Bienen geniessen, in den dazu geschaffenen Organen derselben. (Bienenwirtschaftl. Centralbl. 8. Jahrg. 1872. S. 73—78, 83—89.)

Plateau, F., Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes. Mit 3 Taf. (Mém. Acad. roy. de Belgique. 2. Sér. T. 41. 1. Part. 1873. 124 S.) Separat: Gand, F. Clemm, 1875. 4⁰. — Auszug im „Naturforscher" von Sklarek. 8. Jahrg. 1875. S. 345—347.

—, —, Note additionelle au mémoire sur les phénomènes de la digestion chez les insectes. (Bull. Acad. roy. de Belgique. 2. Sér. T. 44. 1877. S. 710—733.)

Jousset de Bellesme, Physiologie comparée. Recherches expérimentales sur la digestion des insectes et en particulier de la blatte. Paris, 1876. VII u. 96 S. mit 3 Taf.

—, —, Recherches sur les fonctions des glandes de l'appareil digestif des Insectes. (Compt.-Rend. T. 82. 1876. S. 97—99; — Naturforscher (Sklarek). 9. Jahrg. 1876. S. 86—87.)

—, —, Travaux originaux de Physiologie comparée. T. 1. Insectes. Digestion, Métamorphoses. Paris, G. Baillière, 1878. 8. Mit 5 Tafeln.

Simroth, H., Einige Bemerkungen über die Verdauung der Kerfe. (Zeitschr. f. d. gesamten Naturwiss. 41. Bd. 1878. S. 826—831.)

Krukenberg, C. Fr. W., Versuche zur vergleichenden Physiologie der Verdauung und vergleichende physiologische Beiträge zur Kenntnis der Verdauungsvorgänge. (Untersuch. a. d. physiolog. Institut d. Universität Heidelberg. 1880. I. 4. S. 327 ff.; II. 1. S. 1 ff. — Vergl. Bertkau, Bericht S. 4—6.)

Metschnikow, E., Untersuchungen über die intrazelluläre Verdauung bei wirbellosen Tieren. (Arb. d. zool. Instit. Wien, 1883. 5. Bd. S. 141—168. Mit 2 Taf.)

Vangel, E., Beiträge zur Anatomie, Histiologie und Physiologie des Verdauungsapparates des Wasserkäfers, *Hydrophilus piceus*. (Termész. Füzet. X. 1886. S. 111—126. Ungarisch; S. 190—208. Deutsch. Mit 1 Taf.)

Faussek, V., Beiträge zur Histiologie des Darmkanals der Insekten. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1887. 45. Bd. S. 694—712. Mit 1 Taf. — Vorläuf. Mitteil. im: Zool. Anz. 10. Jahrg. S. 322—323.)

Frenzel, J., Ueber Bau und Thätigkeit des Verdauungskanals der Larve des *Tenebrio molitor*, mit Berücksichtigung anderer Arthropoden. Mit 1 Taf. (Berlin. Entom. Zeitschr. 1882. S. 267—316.) Inaug.-Dissert. Göttingen, 1882.

—, —, Einiges über den Mitteldarm der Insekten, sowie über Epithelregeneration. (Archiv f. mikrosk. Anat. 1885. 26. Bd. S. 229—306. Mit 3 Taf.)

—, —, Zum feineren Bau des Wimperapparates. (Ebenda. 1886. 28. Bd. B. 53—80. Mit 1 Taf.)

—, —, Die Verdauung lebenden Gewebes und die Darmparasiten. (Archiv f. Anat. 1891.)

Gehuchten, A. van, Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la *Ptychoptera contaminata*. 1. Part. Étude du revêtement épithélial et recherches sur la sécrétion. (La Cellule. 1890. T. 6. S. 183—291. Mit 6 Taf.)

Mingazzini [Titel der Abhandlung s. S. 584].

12. Die Exkretionsorgane (Harnorgane, Malpighische Gefässe).

In den Hinterdarm münden bei allen Insekten längere oder kürzere röhrenförmige (tubulöse) Gefässe, welche mit dem Nahrungskanal an und für sich nichts zu thun haben. Es sind die Malpighischen Gefässe. Diese sind ausschliesslich absondernde und harnbereitende Organe, durch welche die Abfallprodukte organischer Bestandteile aus dem Körper ausgeschieden werden. In physiologischer Beziehung gehören sie allerdings insofern zu dem Hinterdarm, als auch dieser ein Absonderungsorgan ist. Indes sind die Funktionen der Harnorgane und des Hinterdarmes ganz voneinander getrennt und jene

könnten auch direkt nach aussen münden, ohne den Funktionen beider hinderlich zu sein.

Ausser den Insekten erfreuen sich auch die Myriopoden und Arachniden der röhrenförmigen Harnorgane.

Die Malpighischen Gefässe (wie sie gewöhnlich genannt werden, weil sie von dem italienischen Anatomen Malpighi vor mehr als 220 Jahren entdeckt worden sind) endigen blind und münden in den Pförtner (Pylorus, S. 575). — Vergl. Fig. 303, 305 u. 306, vm. Bei einigen Wanzen *(Lygaeus, Cimex)* münden sie am Rektum, am verdünnten Mitteldarm getrennt voneinander bei den Psylliden. Sie sind in den verschiedenen Insektengruppen sehr verschieden lang; auch ihre Zahl ist mannigfaltig. Sind sie in geringer Zahl (2 bis 8) vorhanden, so ist ihre Länge ziemlich bedeutend; kurz sind sie aber, wenn ihre Zahl eine viel grössere ist.

Die Gefässe münden in manchen Gruppen bündelweise in den Darm, in der Art, dass das Bündel einen gemeinschaftlichen Stamm (Ausführungsgang, ureter) hat, und erst dieser in den Darm mündet. Zuweilen bilden sämtliche Gefässe nur ein Bündel (nur bei den Grylliden), oft zwei Bündel, die von entgegengesetzten Seiten in den Darm münden. Bei manchen Insekten münden die Gefässe in eine, seitlich am Magen befindliche Blase (Harnblase), z. B. bei *Donacia* (Dufour), *Haltica, Velia, Gerris, Pentatoma, Cimex,* bei zahlreichen Lepidopteren, namentlich bei ihren Raupen (Schindler).

Auch bei den Larven sind die Gefässe wohlentwickelt, ihr blindes Ende ist aber oft mit dem Rektum äusserlich verbunden.

Bei manchen Insekten gehen je zwei Gefässe schlingenbildend ineinander über; bei anderen verbinden sie sich scheinbar mit dem Rektum, in Wirklichkeit aber treten sie nur äusserlich in mehr oder weniger fester Verbindung an dasselbe heran.

Sind die Gefässe lang, so liegen sie gewöhnlich dem Mitteldarm, vielfach schlingenbildend, an, biegen dann wieder rückwärts und verlaufen am Hinterdarm bis zum Rektum (Fig. 308, S. 579). Bei grösserer Anzahl enden sie frei in der Leibeshöhle, stecken aber oft mitten im Fettkörper.

Obgleich die Gefässe gewöhnlich einfach rohrförmige Schläuche darstellen, so sind sie doch bei manchen Arten der Lepidopteren und Dipteren verzweigt und erinnern dann an die malpighischen Gefässe der Spinnen und Skorpione. Bei manchen Lepidopteren sehen sie knorrig, bei einigen Wanzen *(Pentatoma, Notonecta, Tettigonia)* schnurförmig gedreht aus.

Selten kommen zweierlei Harngefässe bei einem Tier vor. Bei *Melolontha vulgaris* sind zwei Gefässe teilweise gefiedert und von gelblicher Färbung, die beiden anderen einfach und weiss. Auch bei *Rhizotrogus* finden wir diese Unterschiede und bei manchen anderen Käfern mehr oder weniger deutliche Anfänge dazu (vergl. Schindler). Ferner besitzt die Maulwurfsgrille *(Gryllotalpa vulgaris)* zwei ver-

schiedene Arten von Harngefässen, die sich sowohl nach dem Inhalt und der Farbe (gelbe und weisse), als auch nach dem histiologischen Bau unterscheiden (Leydig, Histiologie, S. 274). Ebenso *Locusta viridissima* (Schindler).

Tracheen treten immer an die Gefässe heran und sind ihnen in ihrer ganzen Länge aufgelagert. Zuweilen sind die Gefässe reichlich umsponnen. Auch Muskelfäden verbinden sich oft mit ihnen (Leuckart, Kölliker).

Bei einigen Insektenarten laufen die Harngefässe in einen Endfaden (Ligamentum suspensorium) aus, z. B. bei Psylliden und Cecidomyialarven (Witlaczil).

Bei den Raupen von *Bombyx* sind die Harngefässe durch feine Fäden (vermeintliche Nerven) äusserlich an die Darmwand befestigt;

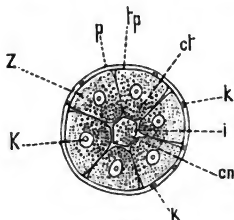


Fig. 310.

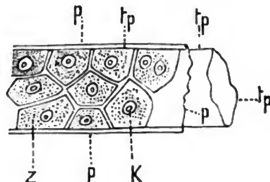


Fig. 311.

Fig. 310. Querschnitt durch ein Harngefäss. Schematisch nach Schindler.

Z, Harndrüsenzellen; K, Kern derselben mit dem Kernkörperchen; p, Peritonealhülle; k, Kern derselben; tp, Basalmembran (Tunica propria); i, innere Chitinhaut (Intima); cn, Kanal des Harngefässes; ct, Harnkonkremente.

Fig. 311. Ein Stück eines Harngefässes der Küchenschabe, *Periplaneta orientalis.* Nach Schindler.

tp, die Tunica propria isoliert; p, die Peritonealhülle (Bindegewebehülle); Z, Harndrüsenzellen; K, Kern derselben.

ausserdem treten an die Gefässe vom Darme her Muskeln und Tracheen heran. Dasselbe gilt für *Telephorus* und *Sarcophaga*. Bei anderen Insekten, z. B. *Locusta, Forficula, Bombus* und *Carabus* besorgen nur Tracheen die Fixierung der Gefässe an die Darmwand, die sogenannten Nerven fehlen. (Leydig, 1883.)

Bei *Acheta* sind die Gefässe mit einem sehr zarten, weitmaschigen und dicht anliegenden Muskelnetz überzogen (Schindler).

An den Malpighischen Gefässen unterscheiden wir in histiologischer Beziehung von aussen nach innen (Fig. 310 u. 311)

1. eine bindegewebige, kernhaltige Hülle, die Peritonealhülle (p),
2. eine sehr zarte homogene Basalmembran, die Tunica propria (tp),

3. eine einschichtige Lage grosser polygonaler Absonderungszellen (Exkretions- oder Drüsenzellen, Drüsenepithelium) (Z),
4. eine den inneren Kanal auskleidende, von Porenkanälchen durchbohrte Chitinhaut, die Intima, welche bei vielen Insekten fehlt (i).

Die Absonderungszellen sind meist von ansehnlicher Grösse, in manchen Fällen aber verhältnismässig klein; bald nehmen vier bis sechs oder mehr die Peripherie des Kanals ein, bald nur drei oder nur zwei. Zuweilen sind sie so beträchtlich gross, dass eine einzige Zelle die ganze Peripherie einnimmt.

Das von den Gefässen aus dem Blute und dem Fettkörper aufgenommene Absonderungsmaterial ist mehr oder weniger flüssig und körnig, zuweilen breiartig. Aus den Zellen gelangt es in den Kanal, von diesem aus in den Hinterdarm und nach aussen. Oft sind die Gefässe mit dem Absonderungsstoffe (Contentum) prall angefüllt. Wie der Inhalt in den Hinterdarm gleitet, ob durch Kontraktionen der feinen Fibrillen der Peritonealhülle oder durch äusseren Druck vonseiten anderer Organe oder durch Nachschub der zunehmenden Absonderungsmasse, das ist noch ungewiss. Grandis beobachtete am lebenden *Hydrophilus*, dass die Malpighischen Gefässe Bewegungen ausführen, ohne dass sich Muskeln nachweisen liessen, welche die Bewegung vermittelten. Ferner verändern unablässig die Zellen ihre Gestalt. Bei niederer Temperatur hören jene Bewegungen auf. Die in den Zellen frei endenden Tracheen anastomosieren nicht.

Die verschiedene Färbung der Gefässe (weiss, gelb, rot, braun oder grün) ist durch die Färbung des abzusondernden Inhalts bedingt und abhängig von der Färbung der Blutflüssigkeit und den eingelagerten Harnsubstanzen.

Im Winter (Januar) gesammelte Insekten, Larven und Puppen verhalten sich hinsichtlich des Absonderungsstoffes ganz verschieden. Bei den entwickelten Insekten fand Schindler die Gefässe vollständig leer, aber bei den Larven waren diese prall angefüllt. Daraus wäre zu schliessen, dass der Stoffwechsel bei jenen sehr träge, bei letzteren aber sehr lebhaft ist.

Ueber die Thätigkeit der Harngefässe verbreiten die im folgenden mitgeteilten Versuche genügend Licht, um ihre Natur daraus erkennen zu können.

Tursini fütterte eine *Pimelia* mit Fuchsin; ihre Malpighischen Gefässe waren darnach rot gefärbt (s. Bertkau, Bericht 1877—78. S. 6).

Schindler führte Insekten Indigokarmin ein und fand, dass derselbe von den Malpighischen Gefässen ausgeschieden wurde. Denselben Vorgang beobachtete A. Kowalewsky (Biol. Centralbl. 1889. IX. S. 33). Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die Malpighischen Gefässe den Harnkanälchen der Wirbeltiere analog sind.

Ferner applizierte Schindler einer *Gryllotalpa* vermittelst einer

feinen Stichkanüle an den Seiten des ersten Bauchsegments eine konzentrierte Lösung indig-schwefelsauren Natrons in die Leibeshöhle. Nach ein bis zwei Stunden waren die äusseren Partieen des Drüsenepithels der Malpighischen Gefässe tiefblau gefärbt; die inneren Partieen hingegen noch normal. Grossenteils waren auch die Kerne gefärbt. Nach Verlauf einiger weiterer Stunden erschien, sofern nicht das indig-schwefelsaure Natron schon durch den Zentralkanal ausgeworfen war, nur noch die letzterem zugewandte Fläche lichtblau.

Der Inhalt der Harngefässe ist mannigfaltig. Neben Harnsäurekügelchen, welche aus harnsaurem Natron bestehen, finden sich kleine Krystalle in der Form rhombischer Täfelchen; ferner oktandrische (aus Chlornatrium) und quadratisch-pyramidale Krystalle (aus oxalsaurem Kalk bestehend). Auch nadelförmige, quadratische Prismen kommen vor; ferner Chlornatrium, Phosphate, Karbonat von Kalzium, Oxolat von Kalzium, Farbstoffe usw. Harnkrystalle werden durch Zusatz von Essigsäure niedergeschlagen, durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure dem Tesseralsystem angehörige Krystalle. Die oft zahlreichen sphäroidischen kleinen Körner sind saures harnsaures Natron und saurer harnsaurer Ammoniak. Blasse konzentrisch gestreifte Kügelchen sind Leucinkugeln.

Paul Mayer fand in den Nierenschläuchen der Feuerwanze, *Pyrrhocoris apterus,* ausser schön ausgebildeten Quadratoktaëdern von meist 0,006—0,009 mm Grösse, namentlich im Mittelteile kleine farblose Stäbchen von etwa 0,01 mm Länge, oder auch Kreuzchen. Sowohl in Essigsäure als in Kalilauge waren sie unlöslich, sind also nicht für Harnsäurekrystalle zu halten.

Nach Kölliker besteht der Inhalt der Harngefässe im allgemeinen

1. aus runden Körnern von harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak,
2. aus oxalsaurem Kalk,
3. aus hellen blassen Leucinkugeln.

Obgleich die Harnsäure für die Harngefässe charakteristisch ist, so findet sich in den Gefässen doch zuweilen keine Harnsäure vor, während harnsaure Stoffe in Menge im Fettkörper (S. 569) oder im Magen enthalten sind.

So mannigfaltig die Zahl der Harngefässe bei den Insekten ist, so streng hält sich eine bestimmte Zahl derselben innerhalb der Grenzen einer Gruppe. Nur wenige Ausnahmen sind bekannt. Eine Uebersicht über die Zahl der Harngefässe bei den verschiedenen Insektengruppen ist im folgenden gegeben:

1. zahlreich finden sie sich bei den Orthopteren (30—150), Perliden (50—60), Odonaten (50—60), Dermapteren (über 30), Ephemeriden (gegen 40), Embiiden (?), Machiliden (20), sowie bei den Hymenopteren (16—150);

2. 8 bei den megalopteren Neuropteren (*Myrmeleon*, *Hemerobius*, *Chrysopa* usw.), Lepismiden und jungen Grylliden;
3. 6 bei den Lepidopteren, Trichopteren, Panorpiden, Sialiden, Termitiden und nichtpentameren Coleopteren;
4. 5 bei einigen Dipteren (*Culex* und *Psychoda*);
5. 4 bei den Dipteren, Puliciden, Hemipteren, pentameren Coleopteren, Psociden, Thysanopteren, Mallophagen, Pediculiden, Larven der Hymenopteren und jüngsten Larven der Grylliden;
6. 2 bei den Cocciden;
7. 0 bei den Aphiden, bei *Japyx* (und *Campodea?*) unter den Thysanuren und bei den Poduriden.

Bei den Aphiden fand Witlaczil zwei eigentümliche Stränge, welche den Hinterleib durchziehen, hinten oberhalb des Enddarms sich vereinigen und hier in eine Spitze auslaufen, welche mit dem Enddarm zusammenhängt. Diese Stränge entsprechen nach der Ansicht ihres Entdeckers wahrscheinlich den eigentlichen Harngefässen.

Bei *Japyx* geben Haliday, Meinert und Grassi übereinstimmend an, dass Harngefässe fehlen.

Bei *Campodea* finden sich 16 Drüsenzellen in einem Ringe an der Stelle, welche sonst von den Harngefässen eingenommen wird.

Den Poduriden werden Harngefässe von den allermeisten Forschern abgesprochen, bei einigen Arten werden vermutungsweise 4 oder 6 Stück angegeben.

Litteratur über die Harngefässe (Vasa urinaria).

Malpighi, M., Dissertatio epistolica de Bombyce, Societati regiae Londini ad scientiam naturalem promovendam institutae dicata. Londini, 1669. 12 tab.

Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. 1815.

Rengger, Physiologische Untersuchungen über den tierischen Haushalt der Insekten. Tübingen, 1817. 82 S.

Gaede, Physiologische Bemerkungen über die sogenannten Gallgefässe der Insekten. (Nova Acta Acad. Caes. Leopold.-Carolin. 1821. T. 10. Pars II. S. 186—196.)

Meckel, J. F., Ueber die Gallen- und Harnorgane der Insekten. (Meckel's Archiv. Bd. 1. 1826. S. 21—36.)

Wurzer, Chemische Untersuchungen des Stoffes in den Gallgefässen von *Bombyx mori*. (Meckel's Archiv f. Physiol. Bd. 4.)

Audouin, Calculs trouvés dans les canaux biliaires d'un Cerf volant. (Annal. scienc. nat. 2. Sér. 1836. T. 5. S. 129—137.)

Frey und Leuckart, Anatomie und Physiologie der Wirbellosen. 1843.

Dufour, L., Mémoire sur les vaisseaux biliaires ou le foie des insectes. (Ann. scienc. nat. 1843. Sér. 2. T. 19. S. 145—182. Mit 4 Taf. — Froriep's Notizen. 1843. Bd. 26. S. 257—261.)

Karsten, H., Harnorgane von *Brachinus complanatus*. (Müller's Archiv f. Anat. und Physiol. 1848. S. 367—374.)

Fabre, Étude sur l'instinct et les metamorphoses des Sphégiens. (Annal. d. scienc. natur. 4. Sér. 1856. Vol. 6. S. 137—189.)

—, —, Étude sur le rôle du tissu adipeux dans la sécrétion urinaire chez les Insectes. (Ebenda. 4. Sér. Vol. 19. S. 351—382.)

Schlossberger, Untersuchungen über das chemische Verhalten der Krystalle in den Malpighischen Gefässen der Raupen. (Archiv f. Anat. und Physiol. 1857. S. 61—62. — Bericht v. Gerstäcker f. 1858. S. 25.)

Leydig, Lehrbuch der Histiologie. 1857.

Sirodot, Recherches sur les sécrétions chez les Insectes. (Annal. scienc. natur. 4. Sér. Zool. 1858. Vol. 10. S. 141—189, 251—328. Mit 12 Taf. — Bericht v. Gerstäcker f. 1858. S. 19—21.)

Kölliker, A., Zur feineren Anatomie der Insekten (Ueber die Harnorgane usw.). (Verhandl. d. physikal.-medizin. Gesellsch. in Würzburg. VIII. 1858. S. 225—235. — Bericht v. Gerstäcker f. 1858. S. 23—24.)

Schindler, E., Beiträge zur Kenntnis der Malpighischen Gefässe der Insekten. Mit 3 Taf. u. 1 Holzschn. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30. 1878. S. 587—660.)

Chatin, G., Note sur la structure du noyau dans les cellules marginales des tubes de Malpighi chez les Insectes et les Myriapodes. (Annal. d. Scienc. natur. 6. Sér. T. 14. 1882. No. 3. 7 S. u. 1 Taf.)

Witlaczil, E., Zur Anatomie der Aphiden. Mit 3 Taf. (Arbeiten a. d. Zool. Instit. d. Univers. Wien. T. 4. 1882. S. 397—441.)

Cholodkowsky, N., Sur les vaisseaux de Malpighi chez les Lépidoptères. (Compt.-Rend. Acad. d. Sc. Paris. T. 99. 1884. S. 631—633.)

—, —, Sur la morphologie de l'appareil urinaire des Lépidoptères. (Archives de Biologie. 1887. T. 6. S. 497—514. Mit 1 Taf.)

Loman, J. C. C., Ueber die morphologische Bedeutung der sogenannten Malpighischen Gefässe der echten Spinnen. (Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. (2.) Deel 1. 1887. S. 109—113. Mit 4 Fig.)

Marchal, P., L'acide urique et la fonction rénale chez les Invertébrés. (Mém. Soc. Zool. de France. 1889. T. 3. S. 31—87.)

Kowalewsky, A., Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane. (Biol. Centralbl. 9. Bd. 1889—90. S. 33—47, 65—76, 127—128.)

Griffiths, A. B., On the Malpighian Tubules of *Libellula depressa*. (Proceed. Roy. Society. Edinburgh, 1889. Vol. 15. S. 401—403. Mit Fig.)

Grandis, V., Sulle modificazioni degli epitelii ghiandolari durante la secrezione. Osservazioni. (Atti Accad. Torino, 1890. Vol. 25. S. 765—789. Mit 1 Taf.; Archiv Ital. Biol. 1890. T. 14. S. 160 bis 182. Mit 1 Taf.)

Straus-Dürkheim	[Titel d.	Abhandlungen	S. 342].
Dufour	[„	„	S. 344].
Ramdohr	[„	„	S. 581].
Basch	[„	„	S. 593].
Davy	[„	„	S. 593].

13. Die Absonderungs- oder Sekretionsorgane (Drüsen).

Drüsen (beziehungsweise Drüsenzellen) sind solche Organe, welche einen Stoff absondern. Da auch jede Hypodermiszelle (S. 18, Fig. 15) Chitin absondert, so würde auch diese zu den Drüsen zu zählen sein. Von den Chitin absondernden Zellen wird hier aber abgesehen, und nur diejenigen Zellen als Drüsen oder Drüsenzellen bezeichnet, welche zur Abscheidung besonderer Stoffe ausgebildet sind. Zum Unterschiede von den ausschliesslich Chitin absondernden Hypodermiszellen werden die drüsigen Hypodermiszellen als Hautdrüsen bezeichnet.

Es giebt einzellige und mehrzellige Drüsen. Jene finden sich an den verschiedensten Stellen in der Körperhaut und unterscheiden sich von gewöhnlichen Zellen der Hypodermis durch meist bedeutendere Grösse (Fig. 24, S. 26). Der abzusondernde Stoff, das Sekret (der Inhalt der Drüse), gelangt nach aussen durch eine feine Oeffnung (Pore) oder durch ein Haar, welches mit einer Oeffnung versehen ist. Die Pore wird von manchen Anatomen als chitiniger Kanal oder Ausführungsgang beschrieben. Einzellige Drüsen finden sich in der Kopfhaut, in den Fühlern, an der Rücken- und Bauchseite des Brustabschnittes und des Hinterleibes, z. B. in der weichen Verbindungshaut der Rückensegmente, auch in den Flügeldecken, an den Beinen, z. B. im Kniegelenk, namentlich aber in den Tarsen, ferner in der Kloake, in der Vagina usw.

Unter den mehrzelligen Drüsen giebt es sehr einfache, aus zwei oder wenigen Zellen bestehende, und vielzellige, welche einen eigenen Drüsenkörper bilden (Fig. 312, S. 603). Auch Anhäufungen von Drüsenzellen in der Haut, wie sie z. B. bei Wachsdrüsen vorkommen, sind zu den mehrzelligen Drüsen zu stellen.

Im folgenden betrachten wir vornehmlich die Speicheldrüsen, Stinkdrüsen, Duftdrüsen, Giftdrüsen, Spinndrüsen und Wachsdrüsen. Ausserdem giebt es noch Darmdrüsen (Magendrüsen), welche bei der Verdauung in Thätigkeit treten und schon in dem Kapitel über den „Ernährungsapparat" (S. 578) behandelt sind. Die Exkretionsorgane, welche die Ausscheidung der Auswurfsstoffe besorgen, also die Harnorgane (Malpighische Gefässe), sind im vorigen Kapitel behandelt. Ueber die Rektaldrüsen vergl. S. 579. Coxaldrüsen finden sich in den Hüften des ersten Beinpaares von *Mantis*.

Verson entdeckte bei Schmetterlingsraupen *(Sericaria mori)* Häutungsdrüsen, welche die Raupen bei der Häutung in Thätigkeit setzen, um die Ablösung der Haut zu erleichtern. Die Drüsen befinden sich in der Nähe der Stigmen, sind einzellig und liefern anfangs (in den ersten Jugendstadien) oxalsauren Kalk, später Harnsäure. Ihr Produkt geht nicht nach aussen, sondern verbleibt zwischen der Hypodermis und der Cuticula, um dem erwähnten Zwecke zu dienen. — Bei den Bienen *(Apis mellifica)* wurden Schweissdrüsen konstatiert.

Von den Drüsen, welche bei anderen Tracheaten vorkommen, sind zu nennen die Cruraldrüsen bei *Peripatus* auf der Bauchseite der einzelnen Rumpfsegmente; die Saftbehälter (Stinkdrüsen) der Chilognathen auf der Rückenseite der Segmente; die Ventralsäcke der Skolopendrellen und Thysanuren (zweifelhaft, vergl. S. 328 u. 531); schliesslich die Coxaldrüsen der Juliden und die Giftdrüsen der Skolopender.

Litteratur.

Sirodot, Recherches sur les sécrétions chez les Insectes. (Annal. scienc. natur. 4. Sér. Zoologie. 1858. Vol. 10. S. 141—189, 251—328. Mit 12 Taf. — Bericht v. Gerstäcker f. 1858. S. 19—21.)

Gazagnaire, G., Des glandes chez les Insectes. (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, 1886. T. 102. S. 1501—1503. — Annal. Soc. Ent. France. 1886. Bull. S. 104—106.)

Leydig, F., Beiträge zur Anatomie und Histiologie der Insekten. 1887.

Hanow, Karl, Ueber Kerfabsonderungen und ihre Benutzung im eigenen Haushalte. (Programm des Realprogymnasiums zu Delitzsch für das Schuljahr 1889/90. Delitzsch, 1890. S. 3—22.)

Verson, E., Di una serie di nuovi organi escretori scoperti nel filugello. Mit 4 Taf. (Publ. R. Stazione Bacologica di Padova. V. 1890. 30 S.)

—, —, Altre cellule glandulari di origine postlarvale. Mit 1 Taf. (Ebenda. VII. 1892. 16 S.)

—, —, ed E. Bisson, Cellule glandulari ipostigmatiche nel *Bombyx mori*. (Ebenda. VI.)

Borgert, H., Die Hautdrüsen der Tracheaten. Jena, 1891. 80 S.

Die Speicheldrüsen (glandulae salivales).

Zur Bereitung des Speichels, welcher die aufgenommenen Speisen für den Darmkanal aufnahmefähiger macht, dienen paarige Organe, deren Ausmündung am Eingange in das Schlundrohr oder hinten in der Mundhöhle zu suchen ist. Diese Organe (Fig. 312) sind die Speicheldrüsen; sie liegen entweder nur in der Kopfkapsel oder erstrecken sich bis in den Brustabschnitt, ja sogar bis in den Hinterleib und befinden sich zu beiden Seiten des Darmrohrs

(Fig. 305, 306 gs, gs). Ihrer Form nach sind sie entweder einfache Schläuche (Fig. 306), so dass sie aus zwei Schläuchen bestehen, oder das Organ ist jederseits lappenförmig oder so zerteilt, dass es jederseits traubenförmig erscheint (Fig. 314). In letzterem Falle hängen aber alle Drüsensäckchen jederseits mit einem einzigen Ausführungsgange zusammen; auch verbinden sich die beiden beiderseitigen Ausführungsgänge zu einem gemeinsamen Ausführungsgange, dem Speichelgange, und dieser mündet dann nach aussen. Auch die Ausführungsgänge einfacher Drüsenschläuche verhalten sich so (Fig. 313 d).

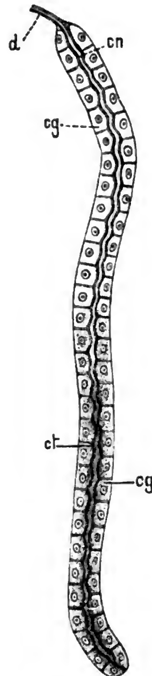


Fig. 312.
Eine der beiden Speicheldrüsen einer Holzlaus, *Caecilius burmeisteri* Br. Original.
d, Ausführungsgang (ductus excretorius); cn, Drüsenkanal: cg, Drüsenzellen; ct, Drüseninhalt.

An einer Speicheldrüse werden unterschieden (Fig. 312—315)

1. der Drüsenschlauch (gs),
2. der Ausführungsgang (d_1),
3. der gemeinschaftliche Speichelgang (d),
4. der Drüsenkanal (cn).

Bei manchen Insekten findet sich ein Sammelbehälter für den abzuscheidenden Speichel (ein Speichelreservoir). Fig. 314 b, b.

Der Futtersaft der Bienen stammt direkt von den Speicheldrüsen her (Schiemenz).

Die Ausbildung der Speicheldrüsen ist in den einzelnen Insektenabteilungen recht verschieden. Aber auch die Zahl der Drüsenpaare ist sehr mannigfaltig. Bei den Orthopteren und Hemipteren ist nur ein Paar Drüsen vorhanden; bei den Dipteren zwei oder drei Paar, noch mehr bei den Hymenopteren.

Sie sind in letzterer Ordnung aber hauptsächlich von der Biene und Hummel *(Apis, Bombus)* bekannt und finden sich in fünf Systemen (vergl. Knüppel und Schiemenz):

System I liegt paarig im Kopf und besteht aus einzelligen Drüsen; der Ausführungsgang jeder Zelle führt in einen, im Schlunde ausmündenden stark chitinisierten Kanal.

System II liegt ebenfalls im Kopfe; seine Ausführungsgänge vereinigen sich mit denen des im Brustabschnitt gelegenen Systems III; es hat einen traubenförmigen (acinösen) Bau.

System III ist ähnlich gebaut.

System IV befindet sich an der Basis der Oberfläche des Oberkiefers und bildet einen zarten Sack, der innen mit Drüsenzellen belegt ist. Die Mündung des Ausführungskanals befindet sich an der Einlenkungsstelle des Oberkiefers.

System V befindet sich im Rüssel, ist unpaar und besteht aus einzelligen Drüsen.

Bei den Dipteren liegt ein Paar Speicheldrüsen im Rüssel an der Stelle, wo er in die Labellen übergeht, und ist einzellig. Jede Zelle hat ihren eigenen Ausführungsgang, der mit einem in der Zelle

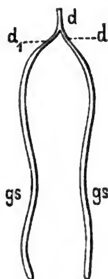


Fig. 313.

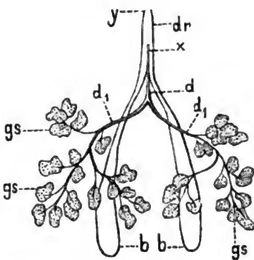


Fig. 314.

Fig. 313, Speichelgefässe einer Fliege (Diptere). Schematisch.
gs, die beiden Speicheldrüsen (glandulae salivales); d_1, d_1, Ausführungsgänge derselben; d, gemeinschaftlicher Speichelgang.

Fig. 314. Speicheldrüsen einer Schabe *(Blatta).*
gs, gs, die traubenförmigen (acinösen) Drüsen; d_1, d_1, die beiden Ausführungsgänge; d, gemeinschaftlicher Ausführungsgang; b, b, Speichelreservoire; x, Einmündung des Ausführungsganges d in den gemeinschaftlichen Speichelgang dr; y, Mündung unterhalb der Zunge.

gelegenen Sekretraum zusammenhängt. Ein Paar schlauchförmiger (tubulöser) Drüsen ist im Brustkasten zu finden. (Fig. 313). Die beiden Ausführungsgänge vereinigen sich im Halse; der gemeinschaftliche Kanal verläuft im Kopfe unter dem Nervensystem und tritt in den Hypopharynx ein, an dessen Spitze er mündet. Eine dritte Speicheldrüse ist vorn am Schlundrohr gefunden. (Knüppel.)

Eigenartig ist der Bau der Speicheldrüsen der Blattiden. Traubenförmig ausgebildet liegen sie jederseits neben dem Speiserohr (Fig. 314). Jede Speicheldrüse besteht aus zwei Teilen, nämlich aus der eigentlichen traubenförmigen Drüse (gs) und dem länglichen, schlauchförmigen, halbdurchsichtigen Speichelreservoir. Die zahlreichen kleinen Ausführungsgänge der traubigen Drüse vereinigen sich zu einem grossen Ausführungsgange d_1 der ganzen Drüse. Schliesslich verbinden sich die beiderseitigen Ausführungsgänge und

bilden den gemeinschaftlichen Ausführungsgang d. Auch die beiden Speichelreservoire vereinigen sich und bilden nach Aufnahme des gemeinschaftlichen Ausführungsganges d bei x einen gemeinschaftlichen Speichelgang (dr), welcher bis in die Mundgegend (y) reicht und unterhalb der Zunge ausmündet. (Burmeister, Cholodkowsky.)

Bei den Flöhen (Siphonaptera) sind die Speichelgänge vom Schlundrohr getrennt. Die beiden Gänge treten in den Kopf ein vereinigen sich, und der Ausführungskanal mündet in das unpaare, Stechorgan (Hypopharynx). Vergl. Wagner, Horae Soc. Ent. Ross. 1889. T. 23. S. 199 ff.

Aehnlich verhält es sich nach Macloskie bei den Mücken *(Culex)*, wonach das Gift, welches sich beim Mückenstich in die Wunde ergiesst, aus einem Paar Drüsen stammt, welche in den Hypopharynx münden. (American Naturalist, 1888. Vol. 22. S. 884 bis 888. Mit Fig.)

Bei den Odonaten, denen man Speicheldrüsen im entwickelten Zustande absprach, hat N. Poletaiew (Horae Soc. Ent. Ross. T. 16. 1881. S. 3.) solche in den drei Familien Libellulidae, Aeschnidae und Agrionidae gefunden, aber nur bei der Imago. Die Entwickelung der Drüsen fällt in die letzte Periode des Wasserlebens. Als paarige Organe vereinigen sie sich zu einem grossen allgemeinen Speichelgange. Der Form nach gehören diese Drüsen zu der Klasse der traubenförmigen (glandulae acinosae). Die einzelnen Säckchen (acini) sind ziemlich lang und schmal, hinten breiter; bei *Aeschna grandis* sind 150, bei *Lestes sponsa* 60 solcher Säckchen vorhanden.

Speicheldrüsen waren früher auch bei den Blattläusen unbekannt. Sie bestehen jederseits des Schlundes nur aus zwei miteinander verwachsenen Lappen (Witlaczil).

Bei den Coleopteren fehlen Speicheldrüsen zum Teil wirklich; bei anderen sind sie nur sehr wenig entwickelt. Dafür giebt es aber in einigen Familien Drüsen am Darmschlauch, welche den übrigen Insekten fehlen und vielleicht als Ersatz für die selbständigen Speicheldrüsen dienen. (S. 578, Fig. 303 c, 308).

Die zarte äussere Haut der Drüsen ist eine Tunica propria (Fig. 315 tp), die innere Haut des Speichelrohres wird von einer zarten Chitinhaut, der Intima (i) gebildet. Zwischen der Tunica propria und der Intima befinden sich die Drüsenzellen (cg), welche den Umhüllungshäuten direkt anliegen. Die Intima ist von vielen Oeffnungen sehr fein durchbohrt, durch welche die von den Zellen abgesonderte Flüssigkeit, der Drüseninhalt (Fig. 312 ct), in den röhrenförmigen Gang, den Drüsenkanal (cn), und von hier aus nach aussen gelangt. Die Drüsen werden an ihrer Aussenseite vom Blute umspült.

Ueber den feineren Bau der Drüsenzellen (Speichelzellen) finden wir nähere Angaben bei Leydig. Das Zellplasma besteht hinsichtlich

seiner Struktur aus einem Netz- und Gerüstwerk festerer Fäserchen, zwischen denen eine weichere Substanz eingebettet ist. Aus dem Innern der einzelnen Zelle können Ausführungsröhrchen hervorgehen, welche in der Zelle selbst ein „dichtes Wurzelwerk“ haben. Letzteres stellt aber nichts anderes als vom Spongioplasma (S. 1 dieses Buches) begrenzte Räume dar.

Wie bei vielen anderen Insekten ist auch bei den Lepidopteren der unpaare median gelegene Ausführungsgang der Speicheldrüsen zu einem Spritzapparate umgestaltet. „Seine untere Hälfte bildet eine starke chitinöse Rinne mit nach oben gerichteter Konkavität, in welcher die gleichgestaltete obere Hälfte eingeschachtelt liegt, so dass zwischen beiden nur ein schmaler halbkreisförmiger Spalt bleibt. Mächtige Muskeln gehen von der Decke nach der Unterseite und den beiden Kristen der Grundplatte; durch ihre Kontraktion wird die obere Rinne emporgezogen, und in den dadurch gebildeten Hohlraum dringt eine grosse Quantität Drüsensekret aus den hinteren Teilen der Gänge, das durch Nachlassen der Kontraktion der Deckenmuskeln durch die schmale spaltförmige Oeffnung, die am unteren Rande der Mundöffnung gelegen ist, ausgespritzt wird, um entweder sich der im Rüsselkanale aufsteigenden Flüssigkeit beizumischen oder auch, um in diesem selbst abwärts zu steigen und sehr zähflüssige oder feste Substanzen, die aufgenommen werden sollen, durch ihr Hinzutreten zu verflüssigen.“ (Kirbach, Zool. Anz. 1883, S. 557.)

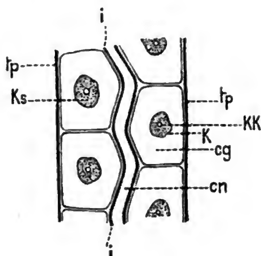


Fig. 315.
Ein stark vergrössertes Stück des Speicheldrüsenschlauches einer Holzlaus, *Caecilius burmeisteri* Br. S. Fig. 312. Original.

tp, Basalmembran (Tunica propria); i, Chitinhaut (Intima); cn, Drüsenkanal; cg, Drüsenzelle mit dem Kern K und dem Kernkörperchen KK; Ks, Kernsubstanz.

Ueber den Anteil, welchen Muskeln und Nerven an der Physiologie der Speicheldrüsen nehmen, berichten Cholodkowsky und Hofer auf Grund ihrer Untersuchungen an Blattiden. Die Speicheldrüsen münden in die Mundhöhle. Um den Ausführungsgang liegen Muskelbänder, welche zu einem doppelten, an der Unterseite des Oesophagus entspringenden Muskel gehören. Dieser Muskel spaltet an der Stelle, wo sich die Drüse zum Ausführungsgang verengt, einen Teil seiner Bänder ab und verwächst pinselförmig ausstrahlend der Länge nach mit der Wand der Drüse. Die Funktion des erwähnten Muskels besteht in der Entleerung des Speichelreservoirs und in der Akkomodation der Speicheldrüse an die Körperbewegungen. Ferner sind diese Drüsen von einem Tracheennetz

besponnen und von drei Ursprungsstätten mit Nerven versorgt: das unter dem Oesophagus gelegene spitze vordere Ende wird jederseits von einem der paarigen hinteren Ganglien des paarigen Eingeweidenerven innerviert; der übrige Teil von rechts und links aus dem Nervus recurrens austretenden Nerven; dazu kommt drittens ein aus dem unteren Schlundganglion entspringendes Nervenpaar, das den Sammelgang begleitet und sich an dessen Ursprung in Aeste auflöst, die teils die Speicheldrüse, teils deren oben beschriebene Muskulatur innervieren. Die Endigungsweise der aus den verschiedenen Ursprungsstellen entspringenden Drüsennerven ist die gleiche; jeder Nerv teilt sich in der Nähe der Drüse in mehrere Aeste, und durchschnittlich zu jedem Acinus tritt ein solcher Ast; oft erhalten sogar zwei nebeneinander liegende kapselhaltige Zellen desselben Acinus je ein Aestchen. An dem Acinus geht das Neurilemm des Nervs in die Tunica propria der Drüse über; die Nervenfibrillen setzen sich in die streifige Plasmazone der kapselhaltigen Zellen fort und hören dort auf, wo das Drüsenplasma beginnt.

Die Art und Weise, wie bei der Reblaus *(Phylloxera vastatrix)* der Speichel aus dem Speicheldrüsenrohr in den Ausführungsgang vermittelst eines von Muskeln unterstützten Pumpwerks getrieben wird, beschreibt Krassilstschik im Zool. Anzeiger f. 1892, S. 217.

Litteratur.

Leydig, F., Zur Anatomie der Insekten. (Archiv für Anatomie und Physiologie. 1859.)

—, —, Untersuchungen zur Anatomie und Histiologie der Tiere. Bonn, 1883. 174 S. u. 8 Taf.

—, —, Intra- und interzellulare Gänge. (Biolog. Centralblatt. X. Bd. 1890. S. 392—396.)

Dohrn, A., Zur Anatomie der Hemipteren. (Stettin. Entom. Zeit. 1866.) Darin: Speicheldrüsen, S. 328—332.

Kupffer, Die Speicheldrüsen von *Periplaneta orientalis* und ihr Nervenapparat. (Beiträge zur Anatomie und Physiol. 1875.)

Schiemenz, P., Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 38. Bd. 1883. S. 71—135. Mit 3 Taf.)

Korschelt, E., Ueber die eigentümlichen Bildungen in den Zellkernen der Speicheldrüsen von *Chironomus plumosus*. (Zoolog. Anzeiger. 1884. S. 189—194, 221—225, 241—246.)

Hofer, B., Untersuchungen über den Bau der Speicheldrüsen und des dazu gehörenden Nervenapparates von *Blatta*. (Nova Acta d. Kais. Leopold.-Carol. Deutschen Akad. d. Naturforscher. LI. (No. 6) 1887. S. 345—395. Taf. 47—49; — Bericht v. Bertkau 1887. S. 10—11.)

Knüppel, A., Ueber Speicheldrüsen von Insekten. (Archiv für Naturgesch. 1887. 52. Jahrg. S. 269—303. Mit 2 Taf. — Entom. Nachr. 13. Jahrg. S. 67—69. — Vorläuf. Mitteil. Sitzgsber. Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin, 1887. S. 28—30.)

Stinkdrüsen.

Weit verbreitet finden sich unter den Insekten Stinkdrüsen. Vor allem denken wir dabei an die Wanzen und Schaben. Der unangenehme Duft, den jene von sich geben, rührt von einer Flüssigkeit her, welche von einer im Metathorax befindlichen, zwischen den Hinterbeinen ausmündenden Drüse entleert wird. Der Apparat besteht aus der eigentlichen Drüse, dem Reservoir und dem Ausführungsgang. Auf Reiz giebt die Wanze die Flüssigkeit von sich, welche verdunstet und damit ihre widerlichen Eigenschaften kundgiebt.

Die Feuerwanze *(Pyrrhocoris apterus)* entlässt hingegen eine Flüssigkeit, welche angenehm ätherisch riecht und süsslich schmeckt, wie Paul Mayer mitteilt. Dagegen giebt diese Wanze in den Jugendstadien den gleichartigen widerwärtigen, spezifischen Wanzengeruch von sich, wie die übrigen Wanzenarten. Jedoch liegen bei der jungen Feuerwanze die Stinkdrüsen (3 Paar) nicht auf der Bauchseite, sondern auf dem Rücken und gehören dem zweiten bis fünften Segment an. Reizen wir das junge Tierchen, so nehmen wir einen scharfen, an flüchtige Fettsäure erinnernden Geruch wahr. Diese Drüsen sind bei der entwickelten Wanze unthätig. Vergl. P. Mayer.

Die Stinkdrüsen der Ohrzangen *(Forficula)* liegen in den Seitenteilen des dritten und vierten Hinterleibsringes unter den Seitenfalten und bestehen aus einer chitinigen Blase, deren Wandung zahlreiche kleine Epidermiszellen und einzelne grosse Drüsenzellen mit je einem Ausführungsgange enthält. Vermittelst eines Druckes der Hautmuskulatur auf die Blase und dadurch, dass ein besonderer Oeffner (Muskel) in Thätigkeit tritt, fungiert die Drüse. Vergl. F. Meinert, Anatomia Forficularum. Kjöbenhavn, 1863. S. 79; — Vosseler, Archiv f. mikroskop. Anat. 1890. S. 565.

Die Küchenschabe, *Periplaneta orientalis,* besitzt am Anfange der sechsten Rückenplatte des Hinterleibes zwei taschenartige Einstülpungen, welche sich durch Drücken in Form von zwei Säckchen ausstülpen lassen, infolge dessen sogleich der bekannte Schabengestank wahrnehmbar wird. Dieser hat also seine Quelle in Stinkdrüsen, deren Sitz durch jene Einstülpungen bezeichnet ist. (Minchin, Haase.)

In der Phasmidengattung *Anisomorpha* münden die Stinkdrüsen jederseits am Prothorax durch Oeffnungen aus, welche eine widerlich duftende Flüssigkeit absondern (Saussure).

Die schmutzigweissen Larven des auf der Zitterpappel *(Populus remula)* häufigen roten Blattkäfers (Pappelhähnchen), *Lina populi,*

sondern aus der Spitze der die Körperoberseite reihenweise besetzenden Warzen tropfenweise eine unangenehm riechende Flüssigkeit ab, welche nach Candèze (S. 21) Blausäure sein soll, während sie der jüngere Taschenberg (Bilder aus dem Tierleben. 1885. S. 29) für Salicylsäure hält. Es sind neun Paar Warzen (Kegel) vorhanden, von denen je ein Paar dem zweiten und dritten Brustsegment und den sieben ersten Hinterleibssegmenten zukommen. Jede Drüse stellt eine Hauteinstülpung dar und besteht aus dem Drüsensack und den Drüsenzellen. Intima, Zellenlage und Basalmembran sind das Wesentliche, was wir an dem Drüsensacke erkennen. Vergl. Claus und Borgert.

Zahlreiche Schmetterlingsraupen besitzen eine auf der Unterseite zwischen dem Kopf und dem ersten Brustringe ausmündende Drüse. Die Gabelschwanzraupen (*Harpyia vinula* und *furcula*) stülpen aus einer Tasche an der bezeichneten Stelle unterhalb des Kopfes eine doppelt gegabelte Drüse hervor. Nun ist es ja bekannt, dass die Gabelschwanzraupen eine Flüssigkeit ausspritzen. Diese Flüssigkeit kommt aus dem anscheinend unter dem Kopf gelegenen Spalt. In Wirklichkeit liegt die Oeffnung, welche diese Flüssigkeit entlässt, an der Bauchseite des ersten Brustringes vor dem ersten Beinpaar; und nur bei der Verteidigungsstellung der Raupe, wobei der Kopf und die Brustringe ineinander geschoben sind, scheint die Oeffnung am Kopfe zu liegen. Das im Innern der Brust belegene Organ besteht aus fünf Schläuchen. Das ausgespritzte Sekret lässt einen Geruch wahrnehmen und färbt blaues Lakmuspapier rot, giebt sich dadurch also als eine Säure zu erkennen.

Die Bauchdrüse der Raupe von *Hyponomeuta evonymella* mündet unterseits vorn am Prothorax auf einem kegelförmigen Vorsprung aus. Sie verläuft durch die beiden ersten Brustringe bis zum Metathorax. Hinsichtlich ihrer Beschaffenheit ist diese Drüse ein Schlauch, der hinten blind endigt und von reichlich verzweigten Tracheenstämmen umsponnen wird. Die Cuticula des Schlauches ist im hinteren Abschnitt fein gestachelt. Ueber der Cuticula liegt eine einfache Schicht von Zellen, welche gegeneinander nicht abgegrenzt sind. An der Mündung des Schlauches befinden sich zwei Rückziehmuskeln (Retraktoren). Vergl. Schäffer und Klemensiewicz.

Eine eigenartige Erscheinung nehmen wir an den Schwalbenschwanzraupen (*Papilio machaon*) wahr. Es sind zwei orangegelbe fühlerförmige Organe („Fleischgabel"), welche die Raupe aus der Rückenseite des ersten Brustsegments hervorstreckt. Dabei entwickelt sich ein starker Duft. Drüsenzellen finden sich an der Teilungsstelle der Gabel in jedem der beiden Schläuche, und es ist anzunehmen, dass wir es hier mit einer Stinkdrüse zu thun haben, die gleichzeitig als Schreckorgan fungiert. Auch bei den Raupen von *Doritis* und *Thais* findet sich diese Drüse. Untersuchungen über diesen Gegenstand hat Karsten angestellt und in einer Abhandlung niedergelegt.

Bei anderen Raupen befinden sich Drüsen im neunten und zehnten Segment an der Rückenseite. Es sind die Gattungen *Liparis, Leucoma* und *Orgyia*. Zwischen den stark behaarten, warzenartigen Erhebungen der Körperoberfläche tritt je ein kleiner Kegel hervor, dessen abgestutzte Spitze namentlich bei Beunruhigung der Raupe einen Tropfen Flüssigkeit wahrnehmen lässt. Innerhalb dieser Kegel stehen mit einer Einsackung des Integumentes Drüsenschläuche in Verbindung. Zu beiden Seiten derselben inserieren Muskeln, welche sich als Zurückzieher (Retraktoren) bethätigen. Die Drüsen erscheinen wie kleine Säckchen von weisser Farbe, an welchen Drüsenzellen, Basalmembran und Intima zu unterscheiden sind. Vergl. Klemensiewicz.

Die Analdrüsen oder Afterdrüsen zahlreicher Käfer (Fig. 303ge, S. 574) sind die Organe, welche eine übelriechende, oft verdunstende Flüssigkeit abgeben. Der Drüsenapparat besteht aus der Drüse (ge), dem Reservoir (b) (Behälter des Absonderungsstoffes) und dem Absonderungsgang (de). Eine besondere Ausbildung hat der Apparat der Bombardierkäfer (*Brachinus*) erfahren; denn mit dem Ausspritzen der ätzenden, bald in einen bläulichen Dunst sich auflösenden Flüssigkeit aus dem After ist ein hörbares Geräusch verbunden, welches mit einem kleinen Bombardement verglichen wird (Dufour, Rougemont, Leydig).

Auch *Carabus* und *Cychrus* entleeren eine Flüssigkeit (ohne Explosion) aus dem After, wenn sie verfolgt werden. Nach Perty (vergl. Leydig) bombardieren von einheimischen Käfern noch Arten der Gattung *Agonum*, aber in geringerem Grade als *Brachinus*. Die Arten von *Pheropsophus*, einer mit letzterer nahe verwandten Gattung, bombardieren, da sie viel grösser sind als diese, auch viel stärker; der ausgepuffte Dunst färbt die menschliche Haut rostbraun. Von exotischen Käfern haben *Galerita* und *Helluo* (Carabiden) die Fähigkeit zu bombardieren (Burmeister, Reise in den La Plata-Staaten. I. S. 483). Dasselbe gilt von *Paussus* und *Ozaena* (Imhoff, Einführ. Coleopteren. S. 155. — Gueinzius, Stettin. Entom. Zeit. 1851. S. 228. — Dohrn, Ebenda, 1876, S. 333—336). Loman fand in den explosionsartig stattgefundenen Entleerungen von *Cerapterus* (Pausside) als Drüsensekret freies Jod.

Die Stinkvorrichtung des *Lacon murinus* L., eines Schnellkäfers, worüber Bertkau schrieb, besteht darin, dass der Käfer beim Berühren an dem Rückenteile des letzten freien Hinterleibssegments zwei kurze, hornförmig gekrümmte Schläuche hervortreten lässt, welche mit Drüsenzellen ausgestattet sind.

Ebenso lassen grosse Arten von *Staphylinus* unter starkem Geruch am Körperende kleine Bläschen hervorkommen, an welche einzellige Drüsen herantreten (Dufour, Leydig).

Ueber die milchige, unangenehm riechende Flüssigkeit, welche beim Ergreifen die grossen Schwimmkäfer (Dytiscus) aus der Vorder-

brust hervorquellen lassen, machen Leydig (1891) und Plateau Mitteilungen.

Nach Rühl und Knatz hat das von den Spannerraupen beim Fressen abgesonderte Sekret eine ätzende Wirkung, infolge dessen die von Spannerraupen anderen Raupen zugefügten Bisse stets tötlich verlaufen. (Bertkau, Bericht 1887, S. 126).

Die Larve des Spargelkäfers (*Crioceris asparagi*) giebt, gleich vielen anderen Larven, bei Beunruhigung einen braunen Saft von sich (Lucas und Marseul, Bull. Soc. Ent. France, 1886. S. 149).

Auch manche Käfer entleeren aus dem Munde eine unangenehm wirkende Flüssigkeit. Der Moschusbock (*Aromia moschata*) spritzt aus dem Munde eine wasserhelle beissende Flüssigkeit bis auf 4 Zoll Entfernung (Schmidt-Goebel, Stettin. Entom. Zeit. 1876. S. 398).

Die Oelkäfer (*Meloe, Lytta*) und die Marienkäfer (*Coccinella*) lassen gelbe Tropfen aus den Gelenken treten, wenn sie berührt werden. Dasselbe ist bei den Bärenschmetterlingen (*Euprepia*) der Fall. Man vergleiche übrigens Leydig's Ansicht S. 545.

Die vorstülpbaren roten Warzen von *Malachius* enthalten grosse einzellige Drüsen, deren Sekret noch unbekannt ist (Klemensiewicz).

Ueber die zu den Brennhaaren führenden Giftdrüsen der Prozessionsraupen (*Cnethocampa pityocampa, processionea*) wurden bereits in dem Kapitel „Drüsenhaare" S. 27 Mitteilungen gemacht.

Die weiblichen Maracujafalter Brasiliens, z. B. *Colaenis dido*, lassen bei der Berührung an der Bauchseite zwischen dem letzten und vorletzteu Segment einen grossen gelblichen Wulst (Stinkwulst) hervortreten, wobei ein Gestank wahrgenommen wird. Eine Steigerung des Gestankes geht von zwei Stinkkölbchen aus, welche jederseits unten am Stinkwulst sitzen. Das Sekret wird an der Oberfläche des Wulstes ausgeschieden. Vergl. Fritz Müller.

Nach F. Müller hat *Didonis biblis*, ein brasilianischer Schmetterling, in beiden Geschlechtern auf dem Rücken des Hinterleibes zwischen dem vierten und fünften Segmente zwei rundliche, in der Mittellinie zusammenstossende, mit kurzen, grauen Haaren bedeckte Wülste, die beim Fangen des Tieres hervortretend einen unangenehmen Geruch verbreiten. Diese Einrichtung dient wohl dazu, Feinde zu verscheuchen.

Litteratur.

Dufour, L., Mémoire anatomique sur une nouvelle espèce d'Insecte du genre *Brachinus*. (Annal. du Mus. d'Histoire natur. T. 18. 1811. S. 70—81.)

—, —, Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Insectes Coléoptères. Organes des sécrétions excrémentitielles. (Annal. Scienc. natur. T. 8. 1826. S. 5—19. Mit 2 Taf.)

—, —, Mémoire sur les métamorphoses et l'anatomie de la *Pyrochroa coccinea*. Glande odorifique. (Ebenda. II. Sér. Zoologie. Vol. 13. 1840. S. 340—341.)

Karsten, H., Bemerkungen über einige scharfe und brennende Absonderungen verschiedener Raupen. (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1848, S. 375—382. Mit 2 Taf.)

Leydig, F., Ueber die Explodierdrüse des *Brachinus crepitans*, vergl. „Zur Anatomie der Insekten." (Dasselbe Archiv. 1859. S. 14. Taf. 2.)

—, —, Ueber Bombardierkäfer (*Brachinus*, *Agonum*) siehe: Biolog. Centralbl. X. Bd. 1890. S. 395—396.

Claus, C., Ueber die Seitendrüsen der Larven von *Chrysomela populi*. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 11. 1861. S. 23—28.)

—, —, Ueber Schutzwaffen der Raupe des Gabelschwanzes. (Würzburger Naturw. Zeitschr. 1862. Bd. 3. Sitzgsber. S. XI—XII.)

Künckel, J., Recherches sur les organes de sécrétion chez les Insectes de l'ordre des Hémiptères. (Compt.-Rend. Acad. Sc. Paris. T. 63. 1866. S. 433—436; — Ann. Soc. Ent. France. 4. Sér. T. 7. 1867. S. 43—46.)

Gerstaecker, A., Ueber das Vorkommen von ausstülpbaren Hautanhängen am Hinterleibe von Schaben. (Archiv f. Naturgesch. 1861. 27. Bd. S. 107—115.)

Landois, L. [Titel der Abhandlung über die Bettwanze S. 347.]

Langerhausen, L., Verteidigungsmittel der Insektenwelt. (Ausland. 43. Jahrg. 1870. S. 985—992.)

Candèze, E., Les moyens d'attaque et de défense chez ler Insectes. (Bull. Acad. royale de Belgique. 2. Sér. T. 38. 1874. S. 787—816.)

Mayer, Paul, Anatomie von *Pyrrhocoris apterus*. (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv f. Anat., Physiol. etc. 1874. S. 313—347. Mit 3 Taf.)

Plateau, F., Note sur une sécrétion propre aux Coléoptères Dytiscides. (Annal. Soc. Entom. Belgique. T. 19. 1876. S. 1—10.)

Voges, Beiträge zur Kenntnis der Juliden. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1878. Bd. 31. S. 126—194. Mit 3 Taf.)

Rye, E. C., Secretion of water-beetles. (Entomologist's Monthl. Mag. Vol. 14. 1877—78. S. 232—233.)

Müller, Fritz, Ueber Schmetterlingsdüfte. (Kosmos. 1877. Bd. 1. S. 260—261.)

—, —, Die Stinkkölbchen der weiblichen Maracujafalter. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 30. 1878. S. 167—170.)

Perty, Erinnerungen aus dem Leben eines Natur- und Seelenforschers des neunzehnten Jahrhunderts. 1879.

Rougemont, Ph. de, Observations sur l'organe détonant du *Brachinus crepitans* Oliv. Mit 1 Taf. (Bull. Soc. Scienc. natur. Neuchatel. T. 11. 1879. S. 471—478.)

Passerini, N., Sopra i due tubercoli addominali della larva della *Porthesia chrysorrhoea*. (Bullet. Soc. Ent. Ital. 1881. Anno 13. S. 293 bis 296.)

Bertkau, Ph., Ueber den Stinkapparat von *Lacon murinus* L. (Arch. f. Naturgesch. 1882. Jahrg. 48. S. 371—373.)

Weber, M., Ueber eine Cyanwasserstoff bereitende Drüse. (Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1882. Bd. 21. S. 468—475.)

Klemensiewicz, Stan., Zur näheren Kenntnis der Hautdrüsen bei den Raupen und bei *Malachius*. (Verhdl. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. 32. Bd. 1883. S. 459—474. Mit 2 Taf.)

Keller, C. [Titel der Abhandlungen S. 27].

Packard, A. S., The fluid ejected by Notodontian caterpillars. (American Naturalist. Vol. 20. 1886. S. 811—812.)

—, —, An eversible „gland" in the Larva of *Orgyia*. (Ebenda. Vol. 20. S. 814.)

Künckel, J., La Punaise de lit et ses appareils odoriférants. — Des glandes abdominales dorsales de la larve et de la nymphe; des glandes thoraciques de l'adulte. (Compt.-Rend. Acad. Sc. Paris, 1886. T. 103. S. 81—83; Ann. Mag. Nat. Hist. (5.) Vol. 18. S. 167—168.)

Poulton, B., Notes in 1886 upon lepidopterous larvae. (Transact. Entom. Soc. 1887. S. 281—321. Pl. X; — Bertkau, Bericht S. 107.)

Loman, J. C. C., Freies Jod als Drüsensekret [*Cerapterus 4-maculatus* Westw.]. (Tijdschr. Nederl. Dierkd. Vereen. 1887. (2.) D. 1. Afl. 3/4. S. 106—108.)

Gilson, G., Les glandes odorifères du *Blaps mortisaga* et de quelques autres espèces. (La Cellule. 1889. T. 5. S. 1—21. Mit 1 Taf.)

Schaeffer, C., Beiträge zur Histiologie der Insekten. I. Die Bauchdrüsen der Raupen. Mit 1 Taf. (Zool. Jahrbücher von Prof. Spengel. Abt. f. Anat. u. Ontogenie. III. Bd. 1889. S. 611—626.)

—, —, Ueber die Bauchdrüsen der Raupen. (Zool. Anzeiger. 1890. S. 9—11.)

Minchin, Edw. A., Note on a new organ, and on the structure of the hypodermis, in *Periplaneta orientalis*. Mit 1 Taf. (Quart. Journ. Microscop. Sc. 1888. Vol. 29. P. 3. S. 229—233.)

—, —, Further observations on the dorsal gland in the abdomen of *Periplaneta* and its allies. (Zool. Anzeiger. 1890. S. 41—44.)

Haase, E., Zur Anatomie der Blattiden. (Zool. Anzeiger. 1889. 12. Jahrg. S. 169—172.)

—, —, Stinkdrüsen der Orthopteren. (Sitzgsber. Ges. Naturf. Freunde. Berlin, 1889. S. 57—58.)

Krauss, H., Die Duftdrüse der *Aphlebia bivittata* Brullé von Teneriffa. (Zool. Anzeiger. 1890. S. 584—587. Mit 3 Holzschn.)

Vosseler, J., Die Stinkdrüsen der Forficuliden. Mit 1 Taf. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1890. 36. Bd. S. 565—578.)

Duftorgane.

Bei zahlreichen Schmetterlingen (auch bei einigen anderen Insekten) sind Duftvorrichtungen gefunden, welche aber nur dem männlichen Geschlecht eigen sind. Dass sie einem geschlechtlichen Zwecke dienen und als Reizmittel zur Begattung verwendet werden, ist über allen Zweifel erhaben. Der von den Männchen ausströmende Duft mag deswegen als Reizduft bezeichnet werden. Sowohl bei einheimischen als auch bei Schmetterlingen anderer Erdteile ist er beobachtet.

Das Duftvermögen beruht auf der Anwesenheit von Duftschuppen (S. 35—37), deren Form und Lagerung namentlich auf den Flügeln sehr verschieden ist. Die Duftschuppen empfangen ihr Sekret von Zellen, welche unterhalb dieser Schuppen liegen. Aus der Zelle (Drüsenzelle) tritt die Duftflüssigkeit in die mit ihr verbundene Schuppe, welche ihr eine genügend grosse Fläche bietet, um durch Verdunstung zur Geltung zu kommen. Der Duft erinnert, wie von verschiedenen Beobachtern mitgeteilt wird, teils an Vanille, teils an Moschus, Opium usw.

Eingehende Untersuchungen über die männlichen Duftorgane und den Duft stellte Fritz Müller bei brasilianischen Schmetterlingen an, welche er im Leben beobachtete.

E. Haase wies entsprechende Einrichtungen bei zahlreichen indo-australischen Schmetterlingen, Bertkau bei manchen einheimischen Schmetterlingen nach. Vergl. ferner Aurivillius u. a.

Am Vorderrande der Hinterflügel mancher Tagschmetterlinge (Rhopalocera) finden sich filzartig aussehende Flecke, welche aus dichtgedrängten und daher fast aufrecht stehenden Schuppen (Duftschuppen) bestehen. Die Flügelhaut ist an diesen Stellen gewöhnlich getrübt und von einem wirren Netze von Luftröhren durchzogen. Manchen der pinselartigen Bildungen kommt die Fähigkeit zu, sich zu sträuben. Sie befinden sich zwischen der Costalis und Subcostalis und sind von dem Hinterrande der Vorderflügel bedeckt. Dies ist der Fall bei *Euploea*, *Ithomia* und verwandten Danaiden, Satyriden, Morphiden, Brassoliden, Nymphaliden, Pieriden und Hesperiden. Bei anderen Arten dieser Familien, sowie bei Papilioniden befindet sich jene Einrichtung am Hinterrande der Vorderflügel. In allen Fällen liegen diese Stellen versteckt; bisweilen befinden sie sich in besonderen Furchen oder Taschen.

Fritz Müller entdeckte bei einigen frisch untersuchten Arten, dass diese Flecke beim Auseinanderspreizen der Schuppen einen Geruch verbreiten, der bei den verschiedenen Arten ganz verschieden ist; bei *Callidryas argante* ist er moschusartig; bei *Prepona laërtes* und *Thecla atys* ist ein „Fledermausgeruch", bei *Dircenna xantho* Vanillegeruch zu unterscheiden. Durch die gedeckte Lage des Duftorgans wird eine Verdunstung zur Unzeit verhütet.

Nach Weismann ist es wahrscheinlich, dass die Schuppen auf den Flügeln ein ätherisches Oel ausscheiden resp. ausleiten können; denn die Hypodermiszellen gehen nicht zu grunde, bleiben vielmehr am ausgebildeten Flügel lebendig.

Haase führt die Reizdufteinrichtungen auf die besondere Funktion stärker entwickelter, zur Hypodermis gehöriger, meist einfach schlauchförmiger Drüsenzellen zurück, deren Ausführungsgang in die zugehörige Schuppe geleitet wird. In den meist krugförmigen Bälgen stecken in einem feineren Porus die sogenannten Duftschuppen, welche das duftende Sekret aufzunehmen haben und nur sehr selten, z. B. bei einigen Spannern, fehlen. Sie sind meist sehr zart, manchmal aber auch plump und dick und unterscheiden sich von den normalen Deckschuppen in den meisten Fällen schon durch das Fehlen der Randzähne (Prozessus). Die neben den Duftschuppen sich findenden Bürsten, Mähnen oder willkürlich aufrichtbaren Pinsel (Strahlhaare) scheinen zur schnelleren Verflüchtigung des Duftdrüsensekrets bestimmt zu sein.

Bei den Rhopaloceren, welche ja meist mit zusammengeklappten Flügeln ruhen, befinden sich die Dufteinrichtungen meist an der Oberseite der Flügel, was dazu beiträgt, dass sie gegen unnötige Verdunstung geschützt sind. Bei den Heteroceren (Sphingiden, Glaucopiden, Bombyciden) sind die Duftorgane meist im Hinterleibe oder in den Beinen versteckt.

Haase fand bei seinen, an zahlreichen Arten angestellten Untersuchungen die Ansicht von F. Müller und Bertkau bestätigt, dass ähnlich ausgebildete Dufteinrichtunpen weniger ein Zeichen von Blutsverwandtschaft, als von gleichgerichteter Anpassung sind. Bei ganz nahe mit einander verwandten Arten kommen durchgreifende Verschiedenheiten im Bau und der Lage dieser Einrichtungen vor.

Die Duftorgane sind nach Haase bei denjenigen Arten am meisten entwickelt, deren beide Geschlechter von einander in Färbung und Zeichnung am meisten abweichen. Bei geschlechtlich nicht so differenzierten, also auf tieferer Entwickelungsstufe stehenden Arten, z. B. aus den Morphidengattungen *Discophora* und *Enispe* findet sich nur eine gering entwickelte Dufteinrichtung im Innenfelde der Hinterflügel.

Von Fr. Müller sogenannte „Duftflecken", wie sie sich bei der Satyridengattung *Heteronympha* auf der Oberseite aller Flügel finden, sind durch engeres Zusammentreten der Schuppen lokalisierte Duftschuppenmassen.

Auf der Unterseite der Vorderflügel konnte Haase Duftschuppen nur bei einer Gattung der Pieriden (*Eurema*), der Lithosiiden (*Bizone*) und der Zereniden (*Celerena*) nachweisen.

Auf der Unterseite der Hinterflügel kommen gleichfalls nur sehr vereinzelte Duftschuppen vor, am deutlichsten bei der Ophiusidengattung *Plecoptera*.

Eine eingehende Darstellung dieser Bildungen und ihrer mannigfaltigen Modifikationen finden sich in den zitierten Abhandlungen des letztgenannten Verfassers.

* * *

Auch am Rumpfe der Schmetterlinge kommen, wie schon erwähnt, Duftorgane vor, und zwar sowohl am Hinterleibe, als auch an der Brust.

Bei den Männchen mehrerer Schwärmerarten (Sphingidae) wurden Duftapparate unterseits am Grunde des Hinterleibes gefunden. Bei dem Ligusterschwärmer (*Sphinx ligustri*) besteht der Duftapparat äusserlich aus einem, während der Ruhe in einer Tasche verborgen liegenden Büschel Haarschuppen jederseits am ersten Hinterleibsringe; dieser Büschel kann gespreizt und wieder eingezogen werden. Die Haarschuppen sind Kapillarröhren. Im zweiten Segment liegen die Drüsenzellen. Indem mit jedem Schuppenhaar eine Drüsenzelle sich verbindet, wird der Büschel völlig durchtränkt und die Flüssigkeit, wenn jener sich spreizt, schnell zum Verdunsten gebracht. Dasselbe gilt vom Kiefernschwärmer (*Sphinx pinastri*) und dem Totenkopfschwärmer (*Acherontia atropos*). Bei *Deilephila euphorbiae* (Wolfsmilchschwärmer) ist der bauchständige Duftapparat im Vergleich zu den eben erwähnten Schwärmern schwach entwickelt. Vergl. v. Reichenau, Haase, Bertkau.

Bei den Sphingiden anderer Erdteile kommen gleichfalls solche Haarbüschel an der Bauchseite des Hinterleibes vor.

In Süd-Brasilien lebt eine kleine, 4 cm lange Schwärmer-Art, deren Männchen nach Bisam riecht. Fritz Müller teilt darüber folgendes mit. Der sehr kräftige Geruch geht von der Bauchseite des Hinterleibes aus. Wenn man, die Brust zwischen Daumen und Zeigefinger fassend, den Schwärmer mit aufwärts gekehrter Bauchseite festhält, so bemerkt man, dass, so oft das Tier mit den Flügeln schwirrt, jederseits am Anfange des Hinterleibes ein blonder Haarpinsel bisamduftend sich ausspreizt. Beruhigt sich das Tier, so legt sich der Pinsel wieder in eine Längsrinne, die sich jederseits über den grösseren Teil der beiden ersten Hinterleibsringe erstreckt, und verschwindet, indem sich die die Rinne begrenzenden Schuppen über ihm zusammenschliessen. Während der Ruhe ist von dem Pinsel nichts, von der Rinne kaum etwas zu sehen. Letztere lässt sich am toten Tiere sichtbar machen durch Zusammendrücken des Hinterleibes von hinten nach vorn; zwischen den auseineinander weichenden Schuppen zeigt sich dann der Boden der Rinne als schmaler, nackter Längsstreif.

Bauchständige Duftapparate wie bei den Sphingiden, finden sich nach Bertkau auch bei einheimischen Eulenschmetterlingen, und zwar unter den Hadeniden bei *Hadena, Dichonia, Brotolomia, Mamestra* und *Mania*, unter den Orthosiaden bei *Leucania*, *Xanthia* und *Oporina*. Bei diesen Eulen sitzt nicht eine Duftschuppe auf

einer Drüsenzelle, sondern es gehören zu einer Duftschuppe mehrere kleine Drüsenzellen. Als unvollkommener Duftapparat, da eine Schutzvorrichtung fehlt, erscheint der Afterbusch von *Porthesia;* indes wird der Moschusgeruch beim Auseinanderspreizen des Busches stärker.

Bauchständige Duftpinsel bei *Schinia marginata* verbreiten einen opiumähnlichen Geruch. (Proc. Entom. Soc. Washington. II. S. 55.)

Drüsen anderer Art münden bei männlichen Lepidopteren Brasiliens zwischen dem vierten und fünften oder fünften und sechsten Leibesringe oder am Ende des Hinterleibes aus, z. B. bei Arten von *Danais* und *Morpho,* sowie bei Glaucopiden (Fritz Müller).

Bei den prächtigen südamerikanischen Arten von *Morpho* können die Männchen am Ende des Hinterleibes jederseits eine behaarte, duftende Wulst hervortreten lassen; bei dem prachtvoll blauen *M. adonis* und dem ähnlichen *M. cytheris* ist der Geruch vanilleähnlich.

Bei Arten der *Pseudonymphalis*-Gruppe und bei Chalcosiiden fand Haase die Duftschuppentasche am Hinterleibe, den entsprechenden Haarpinsel aber merkwürdigerweise an den Hinterflügeln.

Dufteinrichtungen der Brust finden sich z. B. bei mehreren Arten von *Chaerocampa,* einer Gattung der Sphingiden. „Hebt man am frisch aufgeweichten Tier die Vorderbeine, welche an den beiden ersten Gliedern bei den Männchen sehr dicht beschuppt sind, mit der Pinzette hoch und zerrt die Hüften nach vorne auseinander, so wird unter jedem Beine ein starker rehbrauner Büschel von Strahlhaaren bemerkbar, welcher einen schwachen und angenehmen Duft ausströmt, der sich nach kurzer Zeit verflüchtigt.“ (Haase im: Centralbl. Ver. Iris. I. S. 161.)

An den Tastern tritt sehr selten ein Duftapparat auf; Haase beschreibt einen solchen von der indischen *Bertula chalybialis.* Die Taster des Männchens sind so bedeutend verlängert, 'dass sie sich bis zum vierten Hinterleibsringe zurückbiegen lassen. Das letzte Glied ist innenseits rinnenförmig ausgehöhlt und mit Duftschuppen ausgekleidet.

Dufteinrichtungen an den Beinen sind weniger selten. Sie kommen meist an den Schienen vor und bestehen gewöhnlich in willkürlich ausstrahlenden Haarpinseln, die in der Ruhelage in eine muldenförmige Aushöhlung der Schiene zurücktreten, deren Boden mit Duftschuppen bedeckt ist. An den Vorderbeinen sind sie nur in einzelnen Fällen höher entwickelt; an den Mittelbeinen finden sie sich bei vielen Noctuen, an den Hinterbeinen bei einzelnen Hesperiiden (*Ismene, Caprila*), bei Hepialiden, von Noctuen nur bei *Hyblaea* und bei einer sehr grossen Zahl von Geometriden; an allen Beinen nur bei der zu der letzteren Familie gehörigen *Baputa dichroa* Kirsch aus Neu-Guinea. (Haase.)

Weniger ausgebildet findet sich die beschriebene Vorrichtung auch bei europäischen Hesperiiden (Aurivillius).

Merkwürdig ist unter den einheimischen Schmetterlingen der

Duftapparat an den keulenförmig aufgeschwollenen Hinterschienen des Männchens von *Hepialus hectus* L. Die Füsse sind verkürzt; aber das Ende der Schienen ist mit langen Haarschuppen dicht bekleidet. Gewöhnlich stecken die beiden Schienen in je einer Tasche beiderseits am Grunde des Hinterleibes und werden nur beim Aufsuchen des Weibchens hervorgezogen. (Bertkau.)

Auch bei Angehörigen anderer Insektenordnungen finden sich Duftorgane. Das Männchen der kleinen Hausschabe, *Phyllodromia germanica*, besitzt an dem sechsten und siebenten Segment der Bauchseite eine mittlere, sowie je eine seitliche Einstülpung, in welche durch feine Poren am Grunde schlauchförmige einzellige Poren ausmünden. Die Ausscheidung dieser Drüsen ist eine klare, ölige, einen angenehmen Geruch verbreitende Flüssigkeit, deren Duft dem geschlechtlichen Dufte der obigen Schmetterlinge an die Seite zu setzen ist. (Haase, Zool. Anz. 1889. S. 171.)

W. Müller fand Duftorgane bei Phryganiden.

Litteratur.

Müller, Fritz, Haarpinsel, Filzflecke und ähnliche Gebilde auf den Flügeln männlicher Schmetterlinge. (Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. XI. (Neue Folge IV.) S. 99 ff.) Auszug: Jahresbericht v. Bertkau f. 1877/78. S. 422—423.

—, —, [Duftapparat an der Basis des Abdomens von *Sphinx convolvuli, ligustri* etc.] (Proceed. Ent. Society, London, 1878. S. 2.)

—, —, Schmetterlingsdüfte. (Kosmos. Bd. 1. 1877. S. 260—261.)

—, —, Beobachtungen an brasilianischen Schmetterlingen. II. Die Duftschuppen der männlichen Maracujafalter. (Kosmos. I. Bd. 1877. S. 391—395.)

—, —, Wo hat der Moschusduft der Schwärmer seinen Sitz? (Kosmos. Bd. 3. 1878. S. 84—85.)

Weismann, A., Ueber Duftschuppen. (Zool. Anz. Bd. I. 1878. S. 98—99.)

Reichenau, W. v., Die Duftorgane des männlichen Ligusterschwärmers. (Kosmos. 7. Bd. 1880. S. 387—390.)

Wood-Mason, J. [Kleinere Aufsätze über Reizduft im „Journal of the Asiatic Society".]

de Niceville, L., dito.

Marshall and Niceville, Butterflies of India, Burmah and Ceylon. Vol. I. in 2 parts. (Danainae, Satyrinae, Elymniinae, Morphinae, Acraeinae.) Calcutta, 1882—83.

Bertkau, Ph., Ueber den Duftapparat von *Hepialus hectus* L. (Archiv f. Naturgesch. 1882. 48. Jahrg. 1. Bd. S. 363—370. Mit Taf.)

—, —, Duftapparate heimischer Lepidopteren. (Verhandl. d. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. 44. Jahrg. 2. Hälfte, 1888. Corr.-Blatt. S. 118—119.) Vergl. Entom. Nachr. 1888. S. 158.

Aurivillius, Ch., Ueber sekundäre Geschlechtscharaktere nordischer Tagfalter. (Bihang til Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Bd. 5. 1880. No. 25. 50 S. Mit 3 Taf.)

Dalla Torre, K. W. v., Die Duftapparate der Schmetterlinge. (Kosmos. 1885. Bd. 17. S. 354—364, 410—423.)

Haase, E., Ueber sexuelle Charaktere bei Schmetterlingen. (Zeitschr. f. Entom. Breslau. Neue Folge. Heft 9. 1884. S. 15—19.)

—, —, Duftapparate indo-australischer Schmetterlinge. I. Rhopalocera. (Correspondenz-Blatt d. Entom. Vereins „Iris" zu Dresden. No. 3. 1886. S. 92—107. 1 Taf.) II. Heterocera (ibid. No. 4. 1887. S. 159—178.) III. Nachtrag und Uebersicht (ibid. No. 5. 1888. S. 281—336.)

—, —, Dufteinrichtungen indischer Schmetterlinge. (Zool. Anz. 1888. S. 475—481.)

Müller, W., Duftorgane der Phryganiden. (Archiv f. Naturgesch. 1887. Jahrg. 53. S. 95—97.)

Giftdrüsen.

Ein recht wirksames Gift enthält die Giftdrüse der weiblichen Stechimmen (Hymenoptera aculeata), z. B. der Bienen (*Apis*), Vespen (*Vespa*) und Ameisen (*Formica*, *Myrmica*). Die Giftdrüse steht mit dem Stechapparat in Verbindung (Fig. 219, S. 319). In dieser Figur sehen wir die Giftblase (bv) und die paarige Giftdrüse (vv) mit dem langen Ausführungsgange. Die Giftblase ist eigentlich nur eine Erweiterung des Giftdrüsenschlauches. Der allseitig umschlossene Kanal des Stachels (Fig. 216 c) übernimmt die Fortleitung der Giftflüssigkeit aus der Blase nach aussen. Der Stachel der Stechimmen dient nicht, wie der homologe Legestachel anderer Hymenopteren (z. B. der Ichneumoniden) und der Orthopteren, zur Fortleitung der Eier, sondern nur zum Stechen und Ausspritzen des Giftes. Die Eier treten am Grunde des Stachels aus. Die verallgemeinernde Angabe auf S. 318, dass der Stachel der Hymenopteren zur Fortleitung des Giftes und der Eier diene, ist daher in dem einen wie in dem anderen Falle auf die betreffenden Familien der Hymenopteren zu beschränken.

Der Stachel und die Giftdrüse sind bei einigen Aculeaten (z. B. *Melipona*) verkümmert, bei einem Teile der Ameisen (*Formica*, *Lasius* etc.) aber nur der Stachel, während die Giftblase ausserordentlich vergrössert ist. Die grosse Giftblase von *Formica* ist im Grundteile halsförmig verengt und vor der Ausmündung kugelig angeschwollen. Die Ausmündung der Giftblase besteht in einem schlitzförmigen Einschnitt in der Verbindungshaut des vorletzten und drittletzten Hinterleibsringes, welche, mit dem letzten eingezogen, in den viertletzten Ring eingeschoben und weichhäutig sind. Hinter der Ausmündung der Giftblase sitzt der Stachel, in dessen Rinne das Gift einmündet, um beim Stich in die Wunde zu fliessen. Bei *Formica* tritt die Gift-

flüssigkeit aus dem Schlitz durch die von den beiden Scheidenkegeln gebildete Höhlung wie durch eine feine Spritzenöffnung nach aussen (Dewitz), woraus sich der feine Strahl erklärt, den diese Insekten weit von sich spritzen.

Auf der Rückenseite der Giftblase liegt die zugehörige Giftdrüse. Bei *Formica* besteht sie aus einem dichten, geballten Gewirre feiner Schläuche und ist von einer feinkörnigen, gelben, die Schläuche aneinander kittenden Masse umgeben. Das Gewirr der Giftschläuche vereinigt sich vorn zu einem, in das vordere Ende der Blase einmündenden Stamme, während vom hinteren Ende der Giftdrüse zwei lange, vielfach gekrümmte, frei in die Körperhöhle ragende Schläuche ausgehen. (Dewitz.)

Bei einer anderen Ameise (*Typhlopone*) ist der Hals der kugeligen Blase sehr lang und dünn, bei *Myrmica* viel kürzer. Bei diesen Ameisen, welche im Gegensatz zu *Formica* einen wirklichen Stachel besitzen, erscheint die Giftdrüse wie eine körnige Masse, und wird wohl stets von einem einfachen Kanale durchzogen. Dieser Unterschied steht nicht nur zu der Stachelbildung, sondern auch zu der Menge der zu erzeugenden Giftflüssigkeit in Beziehung, welche bei *Formica* viel reichlicher vorhanden ist, als bei *Myrmica* und *Typhlopone*.

Das Gift im Wehrstachelapparat der Ameisen, Bienen und Wespen besteht namentlich aus zwei Stoffen, Ameisensäure und einem weisslichen, fettigen, bitteren Rückstande im Sekrete des Giftapparates; die ätzend wirkende Ameisensäure ist der eigentlich wirksame Giftstoff. (Will.)

Der Giftapparat der Bienen umfasst nach den Untersuchungen Carlet's zwei Arten von Drüsenorganen, von denen die eine ein alkalisches, die andere ein saures Produkt abgiebt. Das Gift ist nur wirksam, wenn beide Flüssigkeiten sich mengen. Die alkalischen Drüsenorgane sind bei den Bienen und überhaupt bei allen mit einem Wehrstachel ausgerüsteten Immen stark entwickelt, hingegen rudimentär bei denjenigen Hymenopteren, deren Stachel hauptsächlich dazu dient, ein Opfer anzustechen, damit sich die Larven in demselben entwickeln. Das Gift, welches diese Immen in die Wunde des Opfers fliessen lassen, wirkt nicht tötend, sondern nur lähmend auf die Bewegungsnerven desselben. Die Angehörigen aus den Gruppen der einzeln lebenden Wespen (Solitariae), der Crabroniden und Pompiliden, erbeuten auf diese Weise die Nahrung für ihre Brut, der sie die gelähmten Insekten, Larven usw. zutragen.

* * *

Der Einfluss eines Drüsenstoffes ist es auch, dem die Galläpfel der Gallwespen (*Cynips*) und andere Gallbildungen ihre Entstehung verdanken. Die Gallen sollen jedoch nicht, wie früher angenommen wurde, durch die Folgen des Stiches des Insekts beim Eierlegen, sondern durch eine Einwirkung der Larven hervorgerufen werden.

* * *

Die hierhergehörige Litteratur s. S. 336—337 (Leuckart, Dewitz, Kräpelin, Carlet, Ihering, Meinert, Beyer).

Ferner:

Forel, A., Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen mit 2 Taf. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 30. Suppl. 1878. S. 28—68.)

Die Schmier- oder Kittdrüsen.

Ausser der der Giftblase aufsitzenden Giftdrüse findet sich bei allen aculeaten Hymenopteren (Apiden, Formiciden usw.) noch eine zweite Drüse, welche am Grunde vor der Ausmündung der Giftblase zu finden ist. Vergl. H. Dewitz, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1877. 28. Bd.; — Kräpelin, ebenda 1873. Es ist die Schmierdrüse.

Die Schmierdrüse mündet gleichfalls in die Stachelrinne. Gift- und Schmierdrüse gehören offenbar zusammen, da sich letztere nur durch Knospung am Grunde der Giftdrüse bildet (H. Dewitz, Entom. Nachr. 1882. S. 56).

Beiden Drüsen der genannten Hymenopteren entspricht die schlauchförmige Drüse der Orthopteren, welche am Grunde der inneren Scheide nach aussen mündet, so dass sich das Sekret durch die Scheide ergiesst, wie das Gift der Hymenopteren durch die der inneren Scheide homologe Stachelrinne. Das Sekret der Drüse (Schmierdrüse) der Orthopteren hat den Zweck, die Eier aneinander zu kitten oder Stoff für eine schützende Hülle derselben zu liefern (Blattiden, Mantiden) oder die Legescheide geschmeidig zu erhalten (Locustiden). Da die Acridiiden ihre Eier in Erdlöcher legen und eine eigentliche Legescheide, wie die Locustiden, nicht besitzen, so ist es nicht wunderbar, dass ihnen die Schmierdrüse fehlt. Auch bei anderen Insekten (Trichopteren, Chrysopiden, Lepidopteren usw.) wird eine Drüsenabsonderung für den Schutz oder die Befestigung der abgelegten Eier verwendet. Die Trichopteren setzen ihre Eier im oder am Wasser klumpen-, strang- oder ringartig an Steine oder Pflanzen ab; die Eier befinden sich in einer gallertartigen Masse, welche im Wasser aufquillt („Trichopterenlaich"). Die diese gallertartige Substanz abscheidenden Organe sind zwei mächtig entwickelte paarige Drüsen. Auch bei gewissen Wasserjungfern (*Epitheca bimaculata*) wurde dieselbe Art der Eiablage beobachtet (W. Weltner).

Die Holzläuse (Psociden) überziehen die abgelegten Eier mit einem Gespinnst. Und der grosse Wasserkäfer, *Hydrophilus piceus*, fertigt sogar aus Spinnfäden, welche dem Drüsenstoffe der Afterdrüsen entstammen, einen Eiersack.

Ueber das Ankleben der Eier bei Gallwespen (*Cynips*) finden wir Mitteilungen bei Adler (Deutsche Entom. Zeitschr. 1877. S. 320).

Spinndrüsen.

Die Larven zahlreicher Insekten besitzen die Fähigkeit, Gespinste anzufertigen, sowohl zu dem Zwecke, um sich derselben zu ihrem Schutze während ihres Wachstums zu bedienen, als auch um eine schützende Hülle für den Puppenzustand zu haben. Vornehmlich finden wir die Fähigkeit zu spinnen bei den Larven der Lepidopteren, Hymenopteren und Trichopteren.

Der Spinnstoff wird aus Drüsen gewonnen welche an der Unterlippe ausmünden. Die Drüsen sind meist lang schlauchförmig und meist einfach gebaut und daher den einfach schlauchförmigen Speicheldrüsen sehr ähnlich. Da sie bei manchen Spinnerraupen die Länge des Körpers mehrfach übertreffen, so sind sie in diesen Fällen in einigen Windungen schlingenförmig zusammengelegt.

Mögen wir zuerst die Spinndrüsen der Schmetterlingsraupen betrachten.

Die Längenverhältnisse bei den Raupen einiger Arten sind nach Helm's Messungen in folgendem wiedergegeben.

Pieris brassicae,	Länge	des	Körpers	36,	der	Drüsen	26,
Vanessa io,	„	„	„	32,	„	„	26,
Vanessa urticae,	„	„	„	38,	„	„	28,
Smerinthus tiliae,	„	„	„	63,	„	„	205,
Sericaria mori,	„	„	„	56,	„	„	262,
Harpyia vinula,	„	„	„	52,	„	„	251,
Antheraea yamamayu,	„	„	„	100,	„	„	625.

Die Zahlen zeigen die Länge in Millimetern an. Die Drüsenschläuche liegen an den Seiten des Darmes. Gegen die Mündung hin werden sie immer dünner und rücken in der Nähe des Mundes zusammen, bis sie miteinander verschmelzen. Der in den Drüsenschläuchen vorhandene flüssige Spinnstoff tritt durch die Spindel (S. 220 dieses Buches) nach aussen, erhärtet dann und erscheint langgezogen als Faden. Jeder Faden besteht aus zwei Hälften, welche den beiden Drüsenschläuchen entsprechen. Die den Spinnstoff abgebenden Drüsenzellen sind sehr gross, ihre Kerne stark verzweigt.

Der flüssige Stoff der Spinndrüsen ist von gummiartiger Beschaffenheit und besteht bei der Seidenraupe, nach den Angaben von Mulder, aus folgenden, in ihren Gewichtsverhältnissen aber etwas schwankenden Stoffen:

Seidenfaserstoff . .	53,67	Prozent
Leim	20,66	„
Eiweiss	24,43	„
Wachs	1,39	„
Farbstoff	0,05	„
Fett und Harz . .	0,10	„

(Graber, Die Insekten. II. Teil. S. 106.)

In morphologischer Beziehung ist zu bemerken, dass jede der

beiden Spinndrüsen der Seidenraupe *(Sericaria mori)* von der Ausmündung ihrer Ausführungsgänge an gerechnet aus drei unter sich im Bau und in der Grösse verschiedenen Abschnitten besteht:

1. dem sehr dünnen vorderen Abschnitte (Ausführungsgang),
2. dem dicken, wenig gewundenen mittleren Abschnitte (Reservoir) und
3. dem langen, vielfach gewundenen hinteren Abschnitte.

Jeder der drei Abschnitte zeigt eine Basalmembran (Tunica propria) und ein einschichtiges Pflasterepithel (Drüsenzellen). Aber der Ausführungsgang und der vordere Teil des mittleren Abschnittes sind innen mit einer festen cuticulären Intima ausgekleidet. Zahlreiche Tracheenstämmchen durchbohren die Tunica propria des mittleren und hinteren Teiles der Drüse und senden zahlreiche Zweige aus, welche sich auf, zwischen und in den Epithelzellen bis nahe an das Lumen heran ausbreiten. (Lidth de Jeude).

Ueber eine im Gespinst der Lepidopterenkokons vorhandene pulverförmige Substanz macht Urech im Zoolog. Anzeiger für 1890, S. 309 Mitteilung.

Die Spinndrüsen der Blattwespenlarven bestehen aus zwei langen, den Körper des Tieres vier- bis fünfmal an Länge übertreffenden Schläuchen. Sie liegen, mehrere Windungen bildend, in der Leibeshöhle unterhalb des Darmrohres. Zuweilen sind sie traubig angeordnet. Vor der Ausmündung in die Mundhöhle verbinden sich die beiderseitigen Drüsen zu einem gemeinsamen Ausführungsgange. Der Inhalt der Drüsen besteht aus einer Menge kleiner chitiniger Kügelchen, welche mit Seide absondernden Zellen erfüllt sind. Der Absonderungsstoff dieser Zellen ergiesst sich in den gemeinsamen Ausführungsgang und wird nach aussen in den an der Unterlippe gelegenen Spinnapparat geleitet. Die Zahl der chitinigen Kügelchen ist bei *Cimbex* viel grösser als bei *Tenthredo*. Der Spinnfaden bildet sich erst nach der Vereinigung der beiden Drüsen in dem Ausführungsgange und ist einfach, nicht, wie bei den Schmetterlingen, aus zwei Fäden zusammengesetzt, von denen jeder schon vor der Vereinigung der beiden Drüsen, also innerhalb jeder derselben gebildet ist. (N. Poletajew.)

Das Spinnorgan der Trichopterenlarven mündet gleichfalls an der Unterlippe aus; die Larven spinnen Sandkörnchen, Pflanzenteilchen, Steinchen oder kleine Schneckenhäuser zu einem röhrenförmigen Gehäuse zusammen, in welchem sie sich während ihres Larven- und Puppenzustandes aufhalten.

Die beiden Drüsenschläuche des Spinnorgans erreichen bei den Larven mancher Arten die dreifache Länge des ganzen Körpers und sind im Hinterleibe mehrmals gewunden. Die Drüsenzellen sind verhältnismässig sehr gross; der Protoplasma-Inhalt ist körnig. Der Kanal der Drüse ist mit einem bläulichen flüssigen Stoffe ausgefüllt, welcher, sobald er mit Wasser in Berührung kommt, zähe wird.

Der abgesonderte, in bald erstarrende Fäden ausgezogene flüssige Stoff dient solchergestalt zum Aufbau ihrer Wohngehäuse. Die beiden Ausführungsgänge der Drüsen verbinden sich zu einem Gange, welcher auf der mittleren Warze der Unterlippe in einer kreisförmigen Oeffnung nach aussen mündet. Vergl. Klapalek, Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. I. Metamorphose der Trichopteren. Prag, 1888. S. 6. — Ferner: Lucas (1893).

Auch bei den Larven mancher Käfergattungen finden wir das Spinnvermögen, nämlich bei einigen Chrysomeliden *(Donacia, Haemonia)* und Curculioniden *(Hypera)*.

Die Larven der echten Neuropteren *(Chrysopa, Myrmeleon* u. a.) verfertigen Gespinste für die ruhende Puppe vermittelst eines im Mastdarm befindlichen Spinnorgans (im Gegensatz zu den Lepidopteren, Hymenopteren und Trichopteren, deren Spinnorgan an der Unterlippe ausmündet). Einen analogen Fall bietet der Seestichling, *(Spinachia vulgaris)*, der beim Nestbau Schleimfäden verwendet, welche nach Möbius in den Epithelzellen der Harnkanälchen erzeugt werden und sich in der anschwellenden Harnblase ansammeln.

Die Larven der Tagschmetterlinge, mancher Fliegen (*Syrphus*) und Käfer (Coccinelliden und einige Chrysomeliden) heften sich zur Verpuppung mit dem After fest, so dass die Puppe hängt.

Litteratur.

Helm, E., Anatomische und histiologische Darstellung der Spinndrüsen der Schmetterlingsraupen. Mit 2 Taf. (Zeitschrift für wissensch. Zool. 26. Bd. 1876. S. 434—469.)

Lidth de Jeude, Th. W. van, Zur Anatomie und Physiologie der Spinndrüsen der Seidenraupe. (Zool. Anzeiger. 1878. S. 100—102.)

Engelmann, W., Zur Anatomie und Physiologie der Spinndrüsen der Seidenraupe. Nach Untersuchungen von Th. W. van Lidth de Jeude. (Onderz. Phys. Lab. Utrecht. (3.) 5. Deel. 1880. S. 115—119.)

Joseph, G., Vorläufige Mitteilung über Innervation und Entwickelung der Spinnorgane bei Insekten. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 326—328.)

Poletajew, N., Ueber die Spinndrüsen der Blattwespen. (Zool. Anz. 1885. S. 22—23.)

Meinert, F., Contribution à l'anatomie des Fourmilions. (Overs. Danske Vidensk. Selsk. Forh. Kjöbenhavn, 1889. S. 43—66. Mit 2 Taf.)

Gilson, G., Recherches sur les cellules sécrétantes. La soie et les appareils séricigènes: Lépidoptères. (La Cellule. 1890. VI. S. 115—182. Mit 3 Taf. — Bericht v. Bertkau f. 1890. S. 150.)

Blanc, Louis, Étude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le *Bombyx mori*. Lyon, 1889. 48 S. und 4 Taf. Auszug: Bericht d. zool. Stat. Neapel für 1890. S. 71—72.

Lucas, R., Beiträge zur Kenntnis der Mundwerkzeuge der Trichoptera. Inaug.-Dissert. 47 S., 3 Taf. Berlin, 1893. (Archiv f. Naturgesch.)

Die Wachsdrüsen.

Des Besitzes von Wachsdrüsen erfreuen sich manche Blattläuse (Rindenläuse), nämlich die Arten der Gattungen *Pemphigus*, *Schizoneura*, *Chermes*, *Pachypappa*, *Asiphum* und andere, ferner Psylliden und Cocciden; in viel reicherem Masse jedoch einige Fulgoriden (Zikaden), nämlich die Arten der Gattungen *Flata* und *Lystra*, welche nur in den wärmeren Erdstrichen auftreten. Dagegen können wir die flaumartige Umhüllung jener Aphiden oft genug in unseren Gefilden beobachten.

Die wachsabsondernden Drüsen von *Pemphigus* etc. liegen unter den wulstförmigen Erhebungen, welche reihenweise auf dem Rücken und an den Seiten des Körpers stehen. Diese Erhebungen sind von einem Chitinringe umgeben und zierlich gefeldert. Die zarten, manchmal grubenförmig gegen den Körper des Tieres vertieften Chitinhäutchen dieser Felder lassen die Wachsteilchen hervortreten; denn unter jedem Feldchen endet ein Drüsenschlauch, der von einer mächtig entwickelten, der Form und Leistung nach modifizierten Hypodermiszelle gebildet wird. (Claus, Wachsbereitende Hautdrüsen. 1867.) — Die abgesonderten Wachsfäden sind hohl. Alle Wachsfäden einer Drüse bilden ein Bündel, dessen Fäden auseinander treten und so den den Körper des Tieres bekleidenden Flaum bilden. (E. Witlaczil, Arbeiten a. d. Zool. Instit. d. Univers. Wien. T. IV. 1882. S. 408—410.)

Ganz allgemein finden wir auch bei den Psylliden Wachsdrüsen, welche dünne Wachsfäden absondern. Die Drüsen befinden sich in der Nähe des Afters, sind einzellig und liegen zu zweien bis dreien nebeneinander. Ihrer Entstehung nach sind sie nur auf Hypodermiszellen zurückzuführen. Die abgesonderten Wachsfäden umgeben die aus dem After tretenden flüssigen Exkremente und bedecken diese mit einer zusammenhängenden und sie zusammenhaltenden Wachsschicht. Die Exkremente werden nämlich sehr langsam, ganz allmählich entleert; sie sind wurstförmig, ein wenig eingeschnürt und manchmal spiralig zusammengerollt. Der Körper würde mit den klebrigen Exkrementen unvermeidlich beschmutzt werden, wenn diese nicht durch die sie bedeckende Wachsschicht zusammengehalten würden. Ausserdem finden sich bei den Larven vieler Psylliden auch auf der Rückenseite des Hinterleibes Wachsfäden; sie sind meist stark gekräuselt, von wolligem Aussehen und bilden, teilweise zerrieben, einen Wachsüberzug, besonders an den Seiten des Rückens der Thoraxsegmente und des Hinterleibes. Die Tiere sehen daher wie bestäubt aus. Die entwickelten Tiere mancher Arten erscheinen im Alter gleichfalls mit Wachsflaum bedeckt. Die Wachsfäden lösen sich in Alkohol sehr leicht und schnell. — Aus einer wachsartigen

in Alkohol sich mehr oder minder lösenden Substanz bestehen auch eigentümliche Haargebilde, welche bei den Larven der Psylliden an den Seiten des Körpers (auch an den Flügelscheiden) und am hinteren Ende desselben sitzen. Von gewöhnlichen Haaren sind sie leicht zu unterscheiden; auch kommen sie aus Drüsenzellen hervor und sind von sehr verschiedener Länge, dabei meist borstenförmig, sehr brüchig und hohl. Blattartig verbreitert sind sie bei dem ersten Larvenstadium von *Trioza rhamni*, bei dem folgenden Stadium, nachdem sie während der Häutung abgeworfen wurden, parallelseitig; sie umgeben einzeilig die ganze Peripherie des Körpers. (E. Witlaczil, Zeitschr. f. wiss. Zool. 42. Bd. 1885. S. 582—586.)

Wachsartige Absonderungsprodukte bilden bei den Cocciden (Schildläusen) den bekannten Rückenschild. Emanuel Witlaczil erforschte die Bildung dieses Schildes bei Arten von *Aspidiotus* und *Leucaspis*. Die eben aus dem Ei geschlüpften Larven zeigen noch keine Wachsabsonderung. Demnächst treten Wachsfäden auf, zuerst am hinteren und vorderen Ende, bald aber am ganzen Umfange des Körpers. Diese Fäden verfilzen sich miteinander und bilden so den Schild, welcher meist viel grösser ist als der Körper und diesem eng anliegt. Bei der ersten Häutung der Larve ist der Schild bereits gebildet. Es ist merkwürdig, dass jene Fäden sich zu einem so dichten Gewebe verfilzen, wie es thatsächlich dasjenige des Schildes ist. Offenbar liegt der Bildung der zickzackförmige Verlauf der Wachsfäden zu grunde. Der Schild ist meist weiss oder grau und ziemlich dünn. An den dünnsten Stellen des Randes lassen sich die einzelnen Fäden herausnehmen. Das Wachstum des Schildes schreitet mit dem Grösserwerden der Larve fort und erfolgt am Umfange, am stärksten anscheinend hinten. Die ersten zwei Larvenhäute finden sich unter, beziehentlich im Rückenschilde. Auch unter dem Körper findet sich meist ein sehr dünnes Häutchen, welches an der Unterlage haften bleibt, wenn das Tier abgehoben wird. — Die Wachsdrüsen münden auf punktierte Felder aus und erscheinen als helle, bräunliche Zellen, welche sich durch ihre bedeutendere Grösse von den übrigen Hypodermiszellen unterscheiden. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1885. 43. Bd. S. 158—160.)

Das Weibchen von *Dorthesia urticae*, welches sich in grösserer Anzahl bei uns häufig auf Brennnesseln findet, ist von einer kompakten, schneeweissen Wachsmasse umhüllt, welche oben zierlich angeordnet und hinten verlängert ist.

Viel umfangreicher ist die Wachsausschwitzung bei *Flata* und *Lystra;* es sind schöne, schmetterlingsartige, bunte Zikaden (Leuchtzirpen genannt). Die Wachsstränge hängen zolllang allseits am Hinterleibe herab. Die wachsartige Substanz ist schneeweiss und zeigt sich auch auf den Oberflügeln als puderartiger Ueberzug.

Die Wachsdrüsen der Bienen *(Apis)*, die sogenannten Wachsspiegel, sind schuppenförmige Organe an der Bauchseite der vier

letzten Hinterleibsringe. Aus diesen tritt das Wachs hervor, dessen Bereitung nur möglich ist, wenn die Biene genügend Honig und Pollen verzehrt. (F. W. Vogel, Die Honigbiene. 1880. S. 54—57.)

Bei den stachellosen Bienen *(Trigona)* Brasiliens befinden sich die Wachsorgane im Gegensatze zu *Apis* auf dem Rücken des Hinterleibes (Fritz Müller). Bei manchen Arten von *Trigona* und *Melipona* kommen aber auch wenig entwickelte ventrale Wachsorgane vor (H. v. Ihering, Entom. Nachr. 12. Jahrg. 1886. S. 184).

Schliesslich ist in das Kapitel der Wachsabsonderungen noch auf das farbige Hautsekret vieler Libellen, Rüsselkäfer u. a. hinzuweisen, worüber schon auf S. 53 einige Mitteilungen gemacht sind.

14. Die Fortpflanzungsorgane.

Während wir bisher in diesem Buche den Bau und die Organe betrachteten, welche nur auf das Einzelwesen selbst Bezug haben, sehen wir in den jetzt zu behandelnden Fortpflanzungsorganen Körperteile, deren Endzweck über das Einzelwesen hinausreicht. Nichtsdestoweniger sind diese Organe aus natürlichen Gründen ein untrennbarer Bestandteil des Individuums.

Zur Hervorbringung der Nachkommenschaft ist gemeiniglich die Einwirkung männlichen Samens auf weibliche Keimzellen nötig. Beiderlei Organteile, männliche und weibliche, sind in manchen Tiergruppen (Würmer, Schnecken) in einem Einzelwesen vereinigt, welches solchergestalt Zwitter genannt wird; bei den Insekten aber und auch bei allen übrigen Gliederfüssern sind die männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorgane auf zwei getrennte Wesen verteilt, so dass wir hier stets männliche und weibliche Tiere unterscheiden. Nur ausnahmsweise treten auf unnormale Weise Zwitter auf; diese sind aber nicht fortpflanzungsfähig.

Die Fortpflanzungsorgane liegen im Endteil des Hinterleibes (Fig. 244. S. 341), die weiblichen sind aber oft so umfangreich, dass sie den grössten Teil desselben einnehmen.

Der Hauptteil des männlichen Fortpflanzungsorgans sind die Hoden, der der weiblichen die Eierstöcke. In jenen entstehen aus Samenzellen die Samenfäden (Spermatozoiden), in diesen aus Ei- oder Keimzellen die Eier. Durch ein Leitungsrohr (Samenleiter) wird aus den Hoden die Samenflüssigkeit mit den Samenfäden nach aussen, und zwar in das weibliche Fortpflanzungsorgan befördert; durch ein entsprechendes Leitungsrohr (Eileiter) werden die Eier fortgeleitet. Jedes Fortpflanzungsorgan besteht aus einem Paar der genannten Organteile, nämlich zwei Hoden, beziehungsweise zwei Eierstöcken, nebst zwei Leitungsrohren. Dazu kommen noch Anhangsorgane.

Aber nur ein Ausführungsgang ist bei der grossen Mehrzahl der Insekten vorhanden; doch können wir bei manchen Insekten

deutlich erkennen, dass ursprünglich die beiden Samenleiter und die beiden Eileiter voneinander getrennt nach aussen mündeten, also keinen gemeinschaftlichen Ausführungsgang hatten. Bei den Eintagsfliegen (Ephemeriden) ist das noch jetzt der Fall; und bei einigen anderen Insektengattungen sehen wir Anzeichen davon.

Die Fortpflanzungsapparate beider Geschlechter sind hinsichtlich der Form und Zusammensetzung einander ähnlich. Die entsprechenden Teile sind folgendermassen einander gegenüber zu stellen:

I. Männliche Fortpflanzungsorgane.	II. Weibliche Fortpflanzungsorgane.
1. Zwei Hoden mit den Hodenfollikeln.	1. Zwei Eierstöcke mit den Eischläuchen.
2. Zwei Samenleiter.	2. Zwei Eileiter.
3. Samenblase.	3. Samentasche, Begattungstasche.
4. Anhangsdrüsen.	4. Anhangsdrüsen.
5. Der gemeinschaftliche Samengang mit dem Penis.	5. Der gemeinschaftliche Eigang mit der Scheide.
6. Der Begattungsapparat.	6. Der Legeapparat.

Die Teile der weiblichen Fortpflanzungsorgane, nämlich die Eiröhren, sind in einigen Gattungen der Thysanuren *(Campodea, Japyx, Lepisma)* segmental angeordnet. Die Eiröhren münden einzeln in segmentaler Aufeinanderfolge in den Eileiter (Grassi). Noch besser ist die segmentale Absetzung der Eiröhren bei den Strepsipteren illustriert und zeigt somit eine grosse Aehnlichkeit mit den Segmentalorganen der Anneliden (Nassonov).

Die Mündung des männlichen Fortpflanzungsorgans befindet sich zwischen dem neunten und zehnten, die des weiblichen zwischen dem achten und neunten Segment auf der Unterseite des Hinterleibes; nur bei den Ephemeriden liegt die Mündung des weiblichen Apparates zwischen dem siebenten und achten Segment. Bei den Lepidopteren ist die Mündung der Begattungstasche von der des Eileiters getrennt; jene befindet sich zwischen dem achten und neunten, diese am zehnten Segment unter der Afteröffnung.

Der männliche Fortpflanzungsapparat.

Die Teile des männlichen Fortpflanzungsapparates sind also folgende:

1. zwei Hoden (testes, Fig. 316 t);
2. die beiden zu den Hoden gehörigen Samenleiter (vasa deferentia, Fig. 316 df), deren unterer Abschnitt bei vielen Insekten erweitert ist und als Samenblase (vesicula seminalis, Fig. 316 vs) fungiert;
3. der gemeinschaftliche Samengang (ductus ejaculatorius, Fig 316 ej) mit dem Begattungsorgan;
4. Anhangsdrüsen am Grunde der Samenleiter (glandulae

mucosae, glm), deren Ausscheidungsprodukt (Sekret) sich dem Samen beimischt oder zur Bildung der Samenpackete (Spermatophoren) dient.

Jeder Hoden ist entweder aus Blindschläuchen (Follikel) oder entsprechenden Teilen zusammengesetzt, die je nach der Insektengruppe sehr mannigfaltig miteinander verbunden sind; oder jeder Hoden besteht aus einem einzigen knäuelförmig aufgewickelten Blindschlauch, welcher von einer Haut umgeben ist, z. B. bei den Carabiden, Dytisciden und Lucaniden. Die Zahl der Hodenschläuche ist bei den Hemipteren gering, sehr gross bei vielen Hymenopteren, Orthopteren, Coleopteren und Cicaden. Obgleich die beiderseitigen Hoden gewöhnlich voneinander getrennt sind, so sind sie doch bei Angehörigen einiger Ordnungen miteinander vereinigt, und zwar bei einer Anzahl Hymenopteren *(Scolia, Pompilus, Crabro* und anderen), Orthopteren *(Gryllotalpa, Ephippigera)*, Coleopteren *(Galerucella)*, namentlich aber bei den Lepidopteren (Gerstaecker).

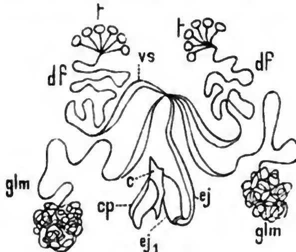


Fig. 316.

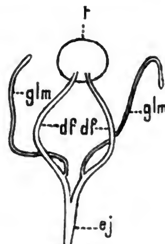


Fig. 317.

Fig. 316. Männlicher Fortpflanzungsapparat des Maikäfers, *Melolontha vulgaris*. t, Hoden (testis); df, Samenleiter (vas deferens); vs, als Samenblase (vesicula seminalis) fungierende Erweiterung des Samenleiters; glm, Anhangsdrüse jedes Samenleiters (glandula mucosa); ej, gemeinschaftlicher Samengang (ductus ejaculatorius); ej₁, verdickter Endteil desselben; cp, chitinöses Begattungsorgan; c, ein Stück der Körperhaut.

Fig. 317. Männlicher Fortpflanzungsapparat eines Schmetterlings. Schematisch. t, doppelter Hoden, aus beiden Hoden verschmolzen; df, Samenleiter; glm, Anhangsdrüse jedes Samenleiters; ej, gemeinschaftlicher Samengang.

Die beiden Hoden der meisten Schmetterlinge sind miteinander so eng verwachsen oder sogar zu einem einzigen Körper verschmolzen, dass wir hier nur von einem unpaaren Hoden reden können (Fig. 317 t). Es finden sich aber alle Stufen bis zur völligen gegenseitigen Unabhängigkeit beider Hoden; Cholodkowsky unterscheidet darnach vier Typen:

1. den embryonalen oder Grundtypus, mit zwei Hoden, deren Samenfollikel ganz getrennt sind, z. B. bei *Hepialus humuli* (vergl. E. Brandt, Zool. Anzeiger. 1880. S. 186);
2. den larvalen oder Raupentypus, mit zwei Hoden, deren je

vier Follikel von einer gemeinschaftlichen Hülle umschlossen sind (*Bombyx mori*, *Gastropacha quercifolia*, *Clostera anachoreta* und *anastomosis*, *Saturnia pyri*, *Aglia tau*);

3. den Chrysaliden- oder Puppentypus (da er erst im Puppenstadium zu beobachten ist), mit einem unpaaren Hoden, der eine äusserliche mediane Einschnürung besitzt (*Lycaena*, *Adela*);
4. den definitiven oder Imaginaltypus, mit einem unpaaren, der äusseren Einschnürung entbehrenden Hoden, innerhalb dessen die Follikel meist um die Längsachse des Hodens gewunden sind (die Mehrzahl der Lepidopteren).

Bei vielen Insekten bestehen die Hoden nicht aus Schläuchen (Follikeln), sondern knopfförmigen Körpern, von denen jeder seinen eigenen Ausführungsgang hat (Fig. 316t). Gewöhnlich sind die Hoden weiss, bei manchen Insekten aber auffallend gefärbt, z. B. orange bei *Decticus verrucivorus*, gelbgrün bei *Locusta viridissima*, hochgelb bei *Chrysopa vulgaris*.

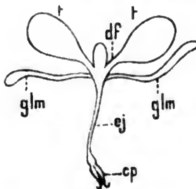


Fig. 318.
Männlicher Begattungsapparat einer Fliege (Syrphide).
t, Hoden; df, sehr kurzer Samenleiter; glm, Anhangsdrüse; ej, gemeinschaftlicher Samengang; cp, Begattungsorgan.

Die Samenleiter sind feine Röhren, welche an ihrer Spitze die Ausführungsgänge der Hodenschläuche aufnehmen. Ihre Länge ist sehr verschieden. Kurz sind sie bei manchen Käfern und Heuschrecken; sehr kurz bei vielen Dipteren (Fig. 318df); sehr lang bei Cicaden und vielen Käfern (Fig. 316df), nach Burmeister bei *Dytiscus* etwa fünfmal, bei *Necrophorus* und *Blaps* acht- bis zehnmal, bei *Cicada* vierzehnmal, bei *Cetonia aurata* dreissigmal so lang als der Körper. Sie sind alsdann knäuelförmig aufgewickelt oder ineinander verschlungen.

Das untere Ende der Samenleiter ist bei manchen Insekten blasenartig aufgetrieben (Samenblase, vesicula seminalis) und dient zur Aufnahme des durch die Samenleiter aus den Hoden geleiteten Samens. (Fig. 316 vs.)

Der Samengang (gewöhnlich Ductus ejaculatorius genannt) dient zur Fortleitung des aus den beiden Samenleitern aufgenommenen Samens. Zur Uebertragung des Samens in die Geschlechtsöffnung des weiblichen Insekts dient der Endabschnitt des Samenganges. Infolge der Nachgiebigkeit der integumentalen Verbindungshäute kann dieser Endabschnitt nach aussen hin hervorgestossen und wieder eingezogen werden. Zu diesem Zwecke ist das untere Ende des Samenganges teilweise verdickt und mit einer kräftigen Muskulatur versehen. Der vorstülpbare Endabschnitt des Samenganges ist von einer starken Chitinhülle bekleidet (Fig. 224—231, S. 322—323) und dient solchergestalt als Begattungsorgan (Penis). Dieses ist

ausserdem von paarigen Anhangsgebilden (chitinigen Klappen) umgeben, welche bei manchen Käfern zu einer Kapsel verwachsen (Fig. 228).

Die Anhangsdrüsen der Samenleiter sind Schläuche, deren auszuscheidender flüssiger Stoff (Sekret) sich dem Samen beimengt, in vielen Fällen aber zur Bildung der Samenpackete (Spermatophoren, S. 632) dient. Diese Drüsen sind gewöhnlich in einem Paare vorhanden (Coleopteren, Lepidopteren, Dipteren) und von sehr verschiedener Länge. Bei manchen Insekten treten sie in mehreren Paaren auf (Hydrophiliden, Elateriden); verästelt sind sie bei Hemipteren, büschelförmig bei Orthopteren. Sind die einfachen Drüsenschläuche sehr lang, so werden sie zu einem Knäuel aufgewickelt (Fig. 316 glm). Bei Orthopteren lassen sich unter der ansehnlichen Menge von Anhangsdrüsen zwei ganz verschiedene Formen unterscheiden, die auch ihrem Inhalte nach voneinander abweichen (v. Siebold).

* * *

Die Samenflüssigkeit enthält in grosser Menge die Samenfäden (auch Spermatozoen oder Spermatozoiden genannt). Sie sind bei den Insekten allgemein haar- oder fadenförmig, auch bei den Chilopoden, Scorpioniden, manchen Arachniden und Crustaceen. Doch kommen unter diesen Arthropoden sehr mannigfaltige Formen vor bis zu der Form einer einfachen abgeplatteten Zelle. Ein Spermatozoid (Fig. 319) besteht gewöhnlich aus dem Kopfe, dem Mittelstück und dem langen, fadenförmigen, schlängelnden Schwanze (Schwanzfaden), wie bei den Wirbeltieren. Jedes Spermatozoid entsteht aus einer amöboid beweglichen Zelle (Samenzelle). Diese Zelle enthält einen grossen blassen Kern und ein dunkles Körperchen, den Nebenkern (Bütschli), dessen Teilung den weiteren Entwicklungsgang der Samenzelle im Gefolge hat. Die Anlage eines Schwanzfadens ist frühzeitig vorhanden; dieser wird mit der Ausbildung des Körpers des Samenfadens allmählich länger. Die Spermatozoiden sind also nichts anderes als umgewandelte Samenzellen, welche sich in grosser Menge in den Enden der Hodenschläuche befinden. Der Schwanz-

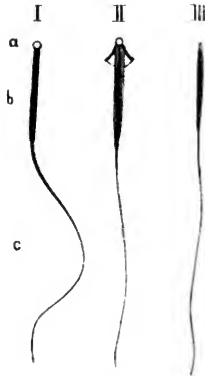


Fig. 319.
Spermatozoiden verschiedener Insekten. Nach Bütschli.
I. Ein Spermatozoid der Küchenschabe *(Periplaneta orientalis)*.
II. Ein Spermatozoid einer Heuschrecke (Locustide).
III. Ein Spermatozoid eines Käfers.
a, Kopf; b, Mittelstück; c, Schwanzfaden.

faden des fertigen Spermatozoids bewegt sich lebhaft schlängelnd oder wellenförmig mit grosser Schnelligkeit, aber der Vorderteil bleibt stets in der Ruhelage.

Die Samenfäden haben die Neigung, bündelweise beieinander zu bleiben, und sie werden auch in dieser Vereinigung bei der Begattung abgegeben. Die Samenbündel sind ruthen-, büschel-, strang- oder wurmförmig.

Bei manchen Insekten, welchen ein eigentlicher Penis fehlt (S. 325—326), vereinigen sich die Samenbündel im Leitungsapparat zu Packeten, welche von dem erstarrenden Sekret der Anhangsdrüsen umhüllt werden. Diese harten Kapseln (Spermatophoren, Samenpackete) werden in die Scheide des Weibchens eingeführt oder blos äusserlich angehangen. Graber hat wiederholt bobachtet, dass die Grillenmännchen ihre Samenpackete, in Abwesenheit ihnen zusagender Weibchen, zur Erde fallen lassen; ob ungenützt, ist unbekannt, „weil bisher kein Fall konstatiert ist, dass samenbedürftige Weibchen, wie bei den Erdasseln, die Samenpackete aufsuchen und zweckentsprechend verwenden“.

Bei den Grillen und Locustiden liegt das Spermatophor in einer Tasche unter dem Penis. Es ist die Spermatophorentasche (Chadima, 1871), in welche der Ausführungsgang der Hoden mündet.

Nach der Ansicht von Anton Schneider bestehen gewöhnlich die Spermatophoren samt ihrer Kapsel lediglich aus Samenfäden, die dicht aneinander haften und nur ausnahmsweise eine aus Drüsensekret gebildete Kapsel haben. Bei *Locusta* jedoch und vielleicht auch bei *Gryllus* wird das Sperma vom Sekrete der Anhangsdrüsen des Samenleiters umhüllt; das Spermatophor tritt noch flüssig aus der Geschlechtsöffnung des Männchens hervor und in die des Weibchens über, erstarrt aber sofort an der Oberfläche, so dass der Same, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen, in das Receptaculum seminis gelangt.

Bei der Honigbiene *(Apis mellifica)* wird das Spermatophor gleichsfalls von dem Sekret der Anhangsdrüsen umhüllt und dadurch erst zu einer eigentlichen Samenpatrone. Diese ist ein ansehnlicher eiförmiger Körper, der bei den zur Begattung ausfliegenden Drohnen ganz konstant im Innern des Penis, und zwar im oberen Teile desselben, der sogenannten Peniszwiebel, zu finden ist. (Leuckart.)

Merkwürdig ist die Gruppierung der Samenfäden der Locustiden, wenn sie sich bereits in der Samentasche (Receptaculum seminis) der weiblichen Heuschrecke befinden. Die Köpfe liegen dann so aneinander, dass sie einen langen Schaft bilden, während die zahlreichen Fäden den beiden Fahnen einer Feder gleichen. Das ganze Gebilde gleicht einer verlängerten Reiherfeder und erscheint ebenso eigenartig wie zierlich. Vergl. Text und Figuren bei v. Siebold („Spermatozoiden der Locustiden“).

Der weibliche Fortpflanzungsapparat.

Die Teile des weiblichen Fortpflanzungsapparates sind:

1. die beiden Eierstöcke (Ovarien, Fig. 320 ov, 323 ov);
2. die beiden zu den Ovarien gehörigen Eileiter (Ovidukte, Fig. 320 u. 323 ovd);
3. der bei den allermeisten Insekten gemeinschaftliche Eigang (im hintersten Abschnitt Scheide oder Vagina genannt, Fig. 320, 323 vg);
4. die Samentasche (receptaculum seminis, Fig. 320 rc);
5. die Begattungstasche (bursa copulatrix, Fig. 323 bc);
6. die Anhangsdrüsen (Kittdrüsen oder Oelbehälter, glandulae sebaceae, Fig. 320 u. 323 gls).

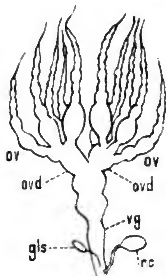


Fig. 320.
Weiblicher Fortpflanzungsapparat einer Bücherlaus (*Atropos pulsatoria*). Original. ov, Eiröhren; ovd, Eileiter; vg, Scheide; rc, Samentasche; gls, Kittdrüse.

Jeder Eierstock besteht aus einer Anzahl Eiröhren (Eischläuchen), welche am oberen Ende durch Endfäden vereinigt sind und am unteren Ende zusammen in den Eileiter münden. An jeder Eiröhre unterscheiden wir 1. den Endfaden (f), 2. die Endkammer, 3. den gekammerten Hauptabschnitt.

Vermittelst der Endfäden sind die beiden Eierstöcke in der Gegend des Rückengefässes aufgehängt (Fig. 244 o, S. 341) und haben so den Darmkanal zwischen sich. Eine organische Verbindung der Eierstöcke mit dem Rückengefäss hat aber nicht statt, obgleich eine solche Ansicht früher mehrfach verteidigt wurde.

Die Endkammer enthält Zellen, welche teils für Reste der Elemente der Ovarialanlagen zu halten sind, teils Nährmaterial für die unreifen Eier, teils Material für Bildung neuer Eier abgeben.

Der gekammerte Hauptabschnitt enthält die deutlich erkennbaren Eier in den Eifächern (Eikammern, Fig. 321 Ek). Die Eier sind um so grösser, je näher sie der in den Eileiter führenden Austrittsstelle liegen. Gewöhnlich sind die Eikammern (Ek) von Nährkammern (Nk) unterbrochen. Wenn das Ei reif ist, (Fig. 321 Ek_1), so ist von der zugehörigen Nährkammer nichts mehr zu sehen, weil ihr Inhalt zum Aufbau des unter ihr

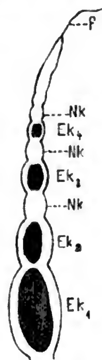


Fig. 321.
Eine einzelne Eiröhre desselben Insekts (Fig. 320). Original.
Ek, Eikammer; Nk, Nährkammer mit Nährzellen.

befindlichen Eies gedient hat. Namentlich bei den Schmetterlingen (Fig. 323) zeigen die Eiröhren eine perlschnurförmige Gestalt, weil die Mehrzahl der zahlreichen Eier zu gleicher Zeit ausreift und auf einmal abgelegt wird, was natürlich nicht bei denjenigen Insekten der Fall ist, deren Eier allmählich zur Reife gelangen. — Bei vielen Insekten sind also keine Nährkammern zu sehen, hier reiht sich Ei an Ei. In anderen Fällen wechseln Eikammern und Nährkammern miteinander ab; es kann aber auch je eine Ei- und Nährkammer in einer einzigen Anschwellung der Eiröhre liegen. Schliesslich giebt es Insekten, in deren Eischläuchen die Eikammern sich einfach aneinanderreihen, während die umfangreiche Endkammer die grosse Masse der Nährzellen enthält. Eigentümlich erscheinen die Eiröhren mit dem einzelnen Ei bei *Cerambyx* (Fig. 322).

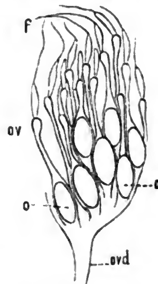


Fig. 322.
Einer der beiden Eierstöcke des grossen Eichenbocks (*Cerambyx cerdo*). Original. ov, Eiröhren, am Grunde mit je einem reifen Ei (o); ovd, Eileiter; f, Endfaden.

Die beiden Eileiter, deren vorderes Ende bei vielen Insekten zu einem Eikelch (Calyx) erweitert ist, dienen zur Fortleitung der aus den Eiröhren in sie gelangenden Eier. Diese werden alsdann von dem gemeinschaftlichen Eigange aufgenommen, durch männliche Einwirkung befruchtet und nach aussen befördert. Bei der Ablage der Eier fungirt bei zahlreichen Insekten ein Legestachel, eine Legeröhre oder eine Legerinne (S. 314, 315, 321). Bei den übrigen Insekten ist die weibliche Geschlechtsöffnung (Vulva) einfach; die chitinigen Bildungen (Zangen, Klappen) an der Mündung der Scheide sind dem männlichen Begattungsorgan angepasst.

Die Samentasche dient zur Aufnahme und Aufbewahrung des männlichen Samens. Eine einmalige Befruchtung des Weibchens hält nämlich längere Zeit vor; der in der Samentasche befindliche Samen tritt beim jedesmaligen Hinabgleiten eines Eies durch den Eigang mit diesem Ei in Berührung, indem er seinen Weg durch die Micropyle des Eies nimmt.

Die bei vielen Insekten als besonderer taschenförmiger Anhang der Scheide auftretende Begattungstasche ist für die Aufnahme des männlichen Begattungsorgans bestimmt.

Der Inhalt der Kittdrüsen (Schmierdrüsen) (S. 621) dient zum Anheften der abgelegten Eier. Bei den Stachelimmen (Hymenoptera aculeata) ist die eine Anhangsdrüse die Kittdrüse, die andere die bekannte Giftblase (S. 319). Die Drüsen sind entweder nur kurze Blindschläuche (Hemiptera) oder lang gewundene Schläuche (Lepidoptera, Diptera) oder schlauchförmig und verästelt (Coleoptera) oder reich verästelt (Ichneumoniden, Tenthrediniden).

Bei den Lepidopteren hat in sehr auffallender Weise die Begattungstasche eine von der Mündung der Scheide getrennte Mündung (Fig. 221, S. 320 und S. 628); aber ein Verbindungskanal (ct) verbindet die Begattungstasche (bc) mit der Scheide (Fig. 323). Der Ausführungsgang der Begattungstasche mündet zwischen dem 8. u. 9. Segment, der Eigang am 10. Segment. Die Mündung der Begattungstasche ist die eigentliche Geschlechtsöffnung.

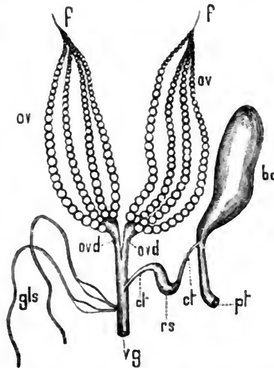


Fig. 323.
Weiblicher Fortpflanzungsapparat eines Schmetterlings. Schematisch.
ov, Eiröhren (Ovarien); f, Endfaden derselben; ovd, Eileiter (Oviduct); vg, Scheide (vagina); bc, Begattungstasche (bursa copulatrix); pt, äussere Mündung der Begattungstasche; ct, Verbindungskanal zwischen der Begattungstasche und der Vagina, in der Mitte mit einer als Samentasche (receptaculum seminis) fungirenden Anschwellung; gls, Kittdrüsen (glandulae sebaceae).

Paarige Ausführungsgänge der Fortpflanzungsorgane in einigen Insektengruppen.

Bei den Angehörigen einiger Insektengruppen münden die paarigen Teile der Fortpflanzungsorgane, nämlich die Samenleiter und Eileiter, getrennt voneinander, entweder direkt nach aussen oder in eine kurze Einstülpung der Körperhaut. Am auffallendsten ist die Paarigkeit der Ausführungsgänge bei den Eintagsfliegen (Palmén). Bei den Männchen dieser Insekten befindet sich am Hinterleibsende (9. Segment) ein gespaltener, also mit zwei Vorsprüngen versehener Anhang (Fig. 324 I cp); jeder dieser beiden Vorsprünge wird von einem Samenleiter durchbohrt, so dass wir es hier mit einem doppelten Penis (p, p) zu thun haben. In gleicher Weise münden auch bei den Weibchen die beiden Eileiter nach aussen, und zwar in eine quere Hauteinstülpung hinter dem 7. Segment (Fig. 324 IX a, a). Es gewährt einen eigentümlichen Anblick, wenn aus den beiden Oeffnungen des weiblichen Apparates nebeneinander zwei Eierpackete hervorkommen.

Auch bei manchen Ohrzangen (Forficuliden) ist die Ausmündung der Genitalgänge eine paarige; die beiden Ausführungsgänge münden bei *Labidura* nach aussen in zwei griffelförmige Vorsprünge p, p (Penes); aber die Samenleiter sind miteinander verbunden (Fig. 324 II). *Forficula* unterscheidet sich von genannter Gattung dadurch, dass der eine Ausführungsgang (Samengang) rudimentiert ist (Fig. 324 III x). Diese Entdeckung wurde schon vor dreissig Jahren gemacht, und zwar von dem dänischen Forscher Meinert; seitdem

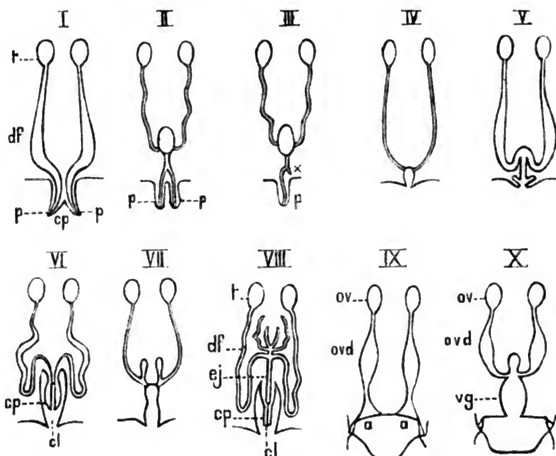


Fig. 324.

Schematische Figuren zur Erläuterung der Morphologie der paarigen und unpaarigen Ausführungsgänge der Fortpflanzungsorgane. Nach Palmén. — (*Labidura* und *Forficula* nach Meinert).

I. Männlicher Apparat einer Eintagsfliege (Ephemeride).
II. „ „ „ Ohrzange (*Labidura*).
III. „ „ „ „ (*Forficula*).
IV. „ „ „ Orthopterenlarve.
V. „ „ „ Wasserjungfer (*Aeschna*).
VI. „ „ „ Frühlingsfliege (*Perla*).
VII. „ „ „ Heuschrecke aus der Abteilung der Orthoptera saltatoria.
VIII. „ „ eines Käfers (*Cetonia aurata*).
IX. Weiblicher Apparat einer Eintagsfliege (*Heptagenia*).
X. „ „ „ Frühlingsfliege (*Nemura*).

t, Hoden; df, Samenleiter; cp, Copulationsorgan; p, p, die beiden je einem Penis entsprechenden Vorsprünge; ej, Samengang; cl, Kloake; x, Rudiment des einen der beiden Samengänge (III); — ov, Eierstock; ovd, Eileiter; a, a, Mündungen der beiden Eileiter nach aussen; vg, Scheide.

vergessen, wurde sie in ihrer wahren Bedeutung erst von Palmén (1883) wieder gewürdigt.

Auch bei den Kameelhalsfliegen (*Rhaphidia*) scheinen die Genitalgänge (des Männchens) paarig auszumünden; denn H. Loew schreibt in seiner unten zitierten Abhandlung (1848) „die beiden Ausführungsgänge liegen unmittelbar nebeneinander und vereinigen sich zuletzt aller Wahrscheinlichkeit nach zu einem gemeinschaftlichen 'Ausführungsgange, welcher aber jedenfalls sehr kurz sein muss, da ich ihn auch nicht ein einziges Mal deutlich beobachten konnte."

Die Hauteinstülpung, in welche die beiden Ausführungsgänge einmünden, ist oft nur gering, z. B. bei den Larven der Orthopteren

(Fig. 324 IV). Ein deutlicher unpaarer Ausführungsgang findet sich bei den höher stehenden Insekten; bei diesen ist er ziemlich lang (Fig. 324 VIII ej).

Hiernach bestehen also die Geschlechtsorgane bei der grossen Mehrzahl der Insekten aus zwei morphologisch verschiedenen Elementen, nämlich

1., den paarigen inneren Organen und
2., dem unpaaren, durch Einstülpung der äusseren Haut entstandenen, einfachen Ausführungsgange, der bei Insekten niedriger Rangstufen nicht vorhanden oder nur wenig vorgebildet ist.

Die Ausbildung eines unpaaren Ausführungsganges hängt mit den Organisationsverhältnissen der Insekten (z. B. Einstülpung der letzten Segmente des Hinterleibes) zusammen. Hinsichtlich der Paarigkeit der Ausführungsgänge erinnern die Ephemeriden an die Chilognathen und an zahlreiche Crustaceen, auch an die Mehrzahl der Würmer. Zu bemerken ist noch, dass den Ephemeriden alle Anhangsorgane (unpaarige Drüsen, Samentasche) fehlen.

Bei den Larven mancher Insekten (Mallophagen, Blattiden, Culiciden) sind die Ausführungsgänge im Keime paarig; auch der Penis, das Receptaculum seminis, der Uterus (Eigang) und die unpaarigen Drüsen sind bei diesen paarig angelegt. (Nusbaum.)

Bei der Puppe von *Chironomus* nehmen die Ausführungsgänge sowohl in dem männlichen wie in dem weiblichen Fortpflanzungsapparate bis zur äusseren Mündung gleichfalls einen vollständig getrennten Verlauf, sodass hier zwei Scheideneingänge und zwei Ruten vorhanden sind (Graber). Dasselbe gilt von den Raupen der Lepidopteren: die Eileiter münden bei der weiblichen Raupe paarig am Hinterrande des 7. Hinterleibsringes, später verbindet sich mit ihnen die unpaare Vagina des 8. Segments (Jackson).

Untersuchen wir den unpaaren Ausführungsgang anderer Insekten, so finden wir, dass seine inneren Wandungen mit einer Chitinhaut ausgekleidet sind; jener ist also, wie schon erwähnt, nur als eine Einstülpung der Körperhaut, des Integuments, aufzufassen, und im Grunde des eingestülpten Integuments setzen sich die beiden Genitalgänge an (Fig. 324 VII). Indess sind die Untersuchungen über diesen Gegenstand noch wenig gefördert. Bei andern Insekten (nämlich bei den Forficuliden) ist die Unpaarigkeit des Ausführungsganges durch Rückbildung des einen der beiden paarigen Endabschnitte entstanden.

Jedenfalls sind wir jetzt völlig klar darüber, dass die Fortpflanzungsorgane eigentlich paarig ausmünden, bei den meisten Insekten aber nach Ausbildung eines einfachen Ausführungsganges durch Einstülpung der Körperhaut von diesem letzteren aufgenommen werden. Diese Einstülpung (Ductus ejaculatorius beim Männchen, Vagina beim Weibchen) ist bei entwickelten Wasserjungfern und bei

Heuschreckenlarven kurz (Fig. 324 IV, V); die Samenleiter münden direkt in diese Einstülpung. Bei anderen Insekten findet sich erst eine Einstülpung, welche als Kloake zu bezeichnen ist, weil sie die Afteröffnung und den Endabschnitt oder die Mündung des Fortpflanzungsorgans enthält. In dieser Kloake (Fig. 324 VI cl und VIII cl) steckt das Copulationsorgan. Aber während in Fig. VI *(Perla)* die beiden Samenleiter direkt an das Copulationsorgan herantreten, münden sie in Fig. VIII. *(Cetonia)* vom Copulationsorgan entfernt in den unpaaren Ductus ejaculatorius (ej). Offenbar ist der Zustand bei *Perla* noch ziemlich primitiv.

Mit diesen Resultaten, nämlich der Ableitung der unpaaren Ausführungsgänge von paarigen, öffnet sich wiederum ein weiter Ausblick auf die vergleichende Morphologie der Insekten. Die Paarigkeit der Organe bildet eine der Grundlehren der Morphologie des Arthropodenkörpers.

Litteratur über die Fortpflanzungsorgane.

Hunter, J., Observations of Bees. (Philosoph. Transact. 1792. T. 82. S. 128—195.)

Hegetschweiler, J. J., Dissertatio inauguralis zootomica de Insectorum genitalibus. Turici, 1820. 28 S. und 1 Tafel.

Audouin, V., Recherches anatomiques sur la femelle du Drile jaunatre et sur le mâle de cette espèce. (Ann. Scienc. nat. T. 2. 1824. S. 443—462. Mit 1 Tafel.)

Müller, Joh., Ueber die Entwickelung der Eier im Eierstock bei den Gespenstheuschrecken. Mit 6 Tafeln. (Nova Acta Acad. Leop.-Carol. T. 12. 1825. S. 555—672.)

Suckow, F. W. L., Geschlechtsorgane der Insekten. (Heusinger's Zeitschr. f. organ. Physik. 1828. Band 2, S. 231—264. Mit 1 Tafel.)

Rathke, M. H., Miscellanea anatomico-physiologica. Fasc. 1. De libellarum partibus genitalibus. Regiomonti, 1832. 38 S. und 3 Tafeln.

Dutrochet, R. J. H., Observations sur les organes de la génération chez les Pucerons. (Ann. Scienc. natur. 1833. T. 30. Seite 204—209.)

Doyère, L., Observations anatomiques sur les organes de la Génération chez la Cigale femelle. (Ann. Scienc. natur. 1837. T. 7. S. 200—206. Mit Fig.)

Siebold, C. Th. E. von, Ueber die weiblichen Geschlechtsorgane der Tachinen. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1838. Bd. 4. S. 191—201.)

—, —, Ueber die inneren Geschlechtswerkzeuge der viviparen und oviparen Blattläuse. (Froriep's Notizen. 1839. Band 12. S 305—308.)

Siebold, C. Th. E. von, Ueber das Receptaculum seminis der Hymnopteren-Weibchen. (Germar's Zeitschr. f. Entom. 1843. Bd. 4. S. 362—388. Mit 1 Taf.)

Loew, H., Beitrag zur anatomischen Kenntnis der inneren Geschlechtsteile der zweiflügligen Insekten. (Germar's Zeitschr. f. Entom. 1841. Bd. 3. S. 386—406. Mit 1 Taf.)

Stein, F., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insekten. 1. Monographie. Ueber die Geschlechtsorgane und den Bau des Hinterleibes bei den weiblichen Käfern. Berlin, 1847. 4. 139 S. und 9 Taf.

Brauer, F., Beiträge zur Kenntnis des inneren Baues und der Verwandlung der Neuropteren. Mit 5 Tafeln. (Verhandl. d. zool.-botan. Vereins in Wien. 1855. S. 1—26.)

Haliday, A. H., Note on a peculiar form of the ovaries observed in a Hymenopterous insect, constituting a new genus and spezies of the family Diapriadae. (Natur. History Review. 1857. T. 4. S. 166—174. Mit 1 Taf.)

Laboulbène, A., Recherches sur les appareils de la digestion et de la reproduction du *Buprestis manca*. (Thomson's Archiv Entom. 1857. T. I. S. 204—236. Mit 2 Taf.)

Dufour, L., Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Insectes Coléoptères. Organes de la génération. (Ann. Scienc. natur. Vol. 6. 1825. S. 150—206. Mit 6 Taf.; S. 427—468. Mit 4 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur l'Hippobosque des cheveaux. (Ebenda 1825. Vol. 6. S. 299—322. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur les Labidoures. Appareil de la génération. (Ebenda 1828. Vol. 13. S. 354—359. Mit 2 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur quelques insectes coleoptères, compris dans les familles des Dermestins, des Byrrhiens, des Acanthopodes et des Leptodactyles. Appareil génital. (Ebenda. II. Sér. Zoologie. Vol. 1. 1834. S. 76—82. Mit 2 Taf.)

—, —, Resumé des recherches anatomiques et physiologiques sur les Hemiptères. (Ebenda. II. Sér. Vol. 1. S. 232—239.)

—, —, Mémoire sur les metamorphoses et l'anatomie de la *Pyrochroa coccinea*. Appareil génital. (Ebenda. II. Sér. Zoologie. Vol. 13. S. 337—339. Mit 1 Taf.)

—, —, Histoire des métamorphoses et de l'anatomie des Mordelles. (Ebenda. II. Sér. Vol. 14. S. 235—238. Mit 1 Taf.)

—, —, Anatomie générale des Diptères. Appareil génital. (Ebenda. III. Sér. Zool. Vol. 1. 1844. S. 250—264.)

—, —, Histoire des métamorphoses et de l'anatomie du *Piophila petasionis*. Appareil génital. (Ebenda. III. Sér. Zool. Vol. 1. 1844. S. 378—386.)

Dufour, L., Études anatomiques et physiologiques sur les insectes Diptères de la famille des Pupipares. Appareil génital. (Ann scienc. natur. III. Sér. Zool. Vol. 3. 1845. S. 73—93. Mit 2 Taf.)

—, —, Recherches sur l'anatomie et l'histoire naturelle de l'*Osmylus maculatus*. Appareil génital. (Ebenda. III. Sér. Zool. Vol. 9. 1848. S. 349—356. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur les Hyménoptères de la famille des Urocerates. Appareil génital. Ebenda. IV. Sér. Zool. Vol. 1. 1854. S. 216—234. Mit 1 Taf.)

—, —, Fragments d'anatomie entomologique. Sur les ovaires du *Nemoptera lusitanica*. (Ebenda. IV. Sér. Vol. 8. 1857. S. 9—10. Mit 1 Taf.)

—, —, Fragments anatomiques sur quelques Élatérides. (Ebenda. IV. Sér. Vol. 8. 1857. S. 365—372. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques et considérations entomologiques sur les Hémiptères du genre *Leptopus*. Appareil génital. (Ebenda. IV. Sér. Vol. 10. 1858. S. 356—362. Mit 1 Taf.)

—, —, Recherches anatomiques sur l'*Ascalaphus meridionalis*. Appareil génital. (Ebenda. IV. Sér. Vol. 13. 1860. S. 203--206. Mit 1 Taf.)

—, —, Sur l'appareil génital mâle du *Coraebus bifasciatus*. (Thomson's Archiv. Entom. 1857. T. 1. S. 378—381.)

Landois, H., Ueber die Verbindung der Hoden mit dem Rückengefäss bei den Insekten. Mit 1 Taf. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 13. 1863. S. 316—318.)

Leydig, F., Der Eierstock und die Samentasche der Insekten. Mit 5 Taf. (Nova Acta Acad. Leop.-Carol. T. XXXIII. 1867. 88 Seiten.)

Brandt, A., Ueber die Eiröhren der *Blatta orientalis*. (Mém. Acad Imp. Scienc. de St. Pétersbourg. 7. Sér. Tom. 21. 1874. 30 Seiten.)

—, —, Vergleichende Untersuchungen über die Eiröhren und die Eier der Insekten. (Nachr. d. Gesellsch. d. Freunde d. Naturwiss. Moskau. 22. Bd. 1876.)

Cholodkowsky, N. A., Ueber die Hoden der Schmetterlinge. (Zool. Anzeiger. 3. Jahrg. 1880. S. 115—117.)

—, —, Ueber den Bau der Testikel bei Schmetterlingen. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 214—215.)

—, —, Ueber die Hoden der Lepidopteren. (Zool. Anzeiger. 1884. S. 564—568.)

Tichomirow, A., Ueber den Bau der Sexualdrüsen und die Entwickelung der Sexualprodukte bei *Bombyx mori*. (Zool. Anzeiger. 1880. S. 235—237.)

Balbiani, G., Le *Phylloxera* du chêne et le *Phylloxera* de la vigne. Paris, Gauthier-Villars. 1884. — 45 S. u. 11 Taf.

Wielowiejski, H. v., Zur Morphologie des Insektenovariums. (Zool. Anzeiger. 1886. 9. Jahrgang. S. 132—139.)

Beauregard, H., Recherches sur les insectes vésicants. Suite. (Journal Anat. Phys. Paris. 1887. 22. Année, S. 524—548. Mit 1 Taf. — 23. Année, 124—163. Mit 6 Taf.)

— —, Les Insectes vésicants. Paris, 1890. — Darin: Cap. V. Appareil de la génération, S. 103—159; Taf. 10—12.

Grassi, B. J., Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Memoria VII. Anatomia comparata dei Tisanuri. Mit 5 Taf. (Atti d. R. Accad. de'Lincei, Cl. scienc. e fis. Serie 4. Vol. IV. 1888. S. 435—606.)

Heymons, R., Ueber die hermaphroditische Anlage der Sexualdrüsen beim Männchen von *Phyllodromia germanica*. (Zool. Anzeiger. 1890. S. 451—457.)

Nassonov, N., *Xenos Rossii*, seine Anatomie und Entwicklungsgeschichte [russisch]. Mit 2 Doppeltaf. (Bull. de l'Université de Varsovie. 1892. 74 S.)

—, —, Position des Strepsiptères dans le système selon les données du développement postembryonal et de l'anatomie. 11 Seiten. Warschau, 1892.

Litteratur über die Spermatozoiden.

Treviranus, G. R., Ueber die organischen Körper des tierischen Samens und deren Analogie mit dem Pollen der Pflanzen. (Zeitschr. f. d. Physiologie, von F. Tiedemann, G. R. und L. C. Treviranus. 1835. Bd. 5. S. 136—153. Mit 2 Taf.)

Siebold, C. Th. E. von, Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insekten, Gasteropoden und einiger anderer wirbellosen Tiere. (Müller's Archiv. f. Anatomie. 1836. S. 13—52. Mit 2 Taf.)

—, —, Fernere Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Tiere. (Ebenda. 1836. S. 232; 1837. S. 381—432. Mit 1 Taf.)

—, —, Ueber die Spermatozoen der wirbellosen Tiere. IV. (Müller's Archiv f Anat 1837. S. 392—433.)

—, —, Lange Lebensdauer der Spermatozoen bei *Vespa rufa*. (Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1839. T. 5. S. 107—108.)

—, —, Ueber die Spermatozoiden der Locustinen. (Nova Acta Acad. Leop.-Carol. 1845. T. 21. P. 1. S. 249—274. Taf. 1.)

Kölliker, A., Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Tiere, nebst einem Versuch über das Wesen und die Bedeutung der sogenannten Samentiere. Berlin, 1841. 4⁰. 88 S. und 3 Taf.

—, —, Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Bildungsgesetz. Mit 3 Taf. (Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Ges. Bd. 8. 1847. 28 S.)

Kölliker, A., Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit. Mit 1 Tafel. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 7. Band. 1856. S. 201—272.)

Yersin, A., Observations sur le *Gryllus campestris*. (Bull. Soc. Vaudoise sc. nat. 1853. T. 3. S. 128.)

Lespès, Ch., Mémoire sur les spermatophores des Grillons. (Annal. Scienc. natur. 4. Sér., Vol. 3. 1855. S. 366—377. Mit 1 Taf.; Vol. 4. S. 244—249. Mit 1 Taf.)

Landois, H., Entwicklung der büschelförmigen Spermatozoiden bei den Lepidopteren. (Schultze's Archiv f. Anat., Physiol. etc. 1866. S. 50—58. Mit 1 Taf.)

Bütschli, O., Vorläufige Mitteilungen über Bau und Entwicklung der Samenfäden bei Insekten und Crustaceen. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 21. Bd. 1871. S. 402—415.)

—, —, Nähere Mitteilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insekten. (Ebenda. Bd. 21. 1871. S. 526—534. Mit 2 Taf.)

La Valette St. George, A. v., Ueber die Genese der Samenkörper. III. Mitteilung. Mit 1 Taf. (Archiv f. mikroskop. Anat. 1874. 10. Bd. S. 495—504.)

—, —, Spermatologische Beiträge:
II. Mitteilung. Mit 2 Taf. (Ebenda. 1886. 27. Bd. S. 1—12.)
IV. Mitteilung. Mit 4 Taf. (Ebenda. 1886. 28. Bd. S. 1—13.)
V. Mitteilung. Mit 1 Taf. (Ebenda. 1887. 30. Bd. S. 426—434.)

Schneider, A., Das Ei und seine Befruchtung. 88 S. und 10 Taf. — Darin: Arthropoden, S. 57—63 und 79. Taf. 8—10. 1883.

Wielowiejski, H. de, Observations sur la spermatogénèse des Arthropodes. (Archiv. Slav. de Biologie. 1886. T. 2. S. 28—36.)

Beauregard, H., Note sur la spermatogenèse chez la cantharide. (Compt. Rend. Soc. Biol. Paris, 1888. 8. Sér. T. 4. S. 331—333.)

Gilson, G., Étude comparée de la spermatogénèse chez les Arthropodes. in: La Cellule, Recueil de Cytologie et d'histologie générale. Tome I. 1888. 8 Taf.

Verson, E., Zur Spermatogenesis. Mit einer Fig. (Zool. Anzeiger. 12. Jahrg. 1889. S. 100—103.)

—, —, La spermatogenesi nel *Bombyx mori*. Padova, 1889. 25 S. und 3 Taf.

Ballowitz, E., Zur Lehre von der Struktur der Spermatozoen. (Anat. Anzeiger. 1. Jahrg. 1886. S. 363—376.)

—, —, Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der kontraktilen Elemente. Die Spermatozoen der Insekten. I. Coleopteren. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 50. Bd. 1890. S. 317—407. Mit 4 Taf.)

Henking, H., Ueber Reductionsteilung der Chromosomen in den Samenzellen von Insekten. (Internat. Monatsschr. f. Anat. und Phys. 1890. 7. Bd. S. 243—248.)

Litteratur über die paarigen Ausführungsgänge der Fortpflanzungsorgane mancher Insekten.

Loew, H., Abbildungen und Bemerkungen zur Anatomie einiger Neuropterengattungen. Mit 6 Taf. (Linnaea Entomologica. 1848. S. 345—385.)

Meinert, F., Anatomia Forficularum. I. Mit 1 Taf. Kjöbenhavn, 1863.

—, —, Om dobbelte Saedgange hos Insecter. (Naturhist. Tidsskrift. 3. Raekke, 5. Bd. 1868. S. 278—294.)

Nusbaum, J., Zur Entwicklungsgeschichte der Ausführungsgänge der Sexualdrüsen bei den Insekten. (Zool. Anzeiger, 1882. S. 637—643.)

—, —, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Ausführungsgänge der Sexualdrüsen bei Insekten. (Kosmos, Lemberg. 1884. 9. Jahrg. S. 256—266, 393—408, 462—474. Mit 2 Taf.) Polnisch, mit Resumé in deutscher Sprache.

Palmén, J. A., Zur vergleichenden Anatomie der Ausführungsgänge der Sexualorgane bei den Insekten. (Morph. Jahrbuch. 9. Bd. 1883. S. 169—176.) Jahresb. Neapel 1883. S. 106.

—, —, Ueber paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten. Eine morphologische Untersuchung. Helsingfors, 1884. 108 S. und 5 Taf.

Spichardt, C., Beitrag zur Entwickelung der männlichen Genitalien und ihrer Ausführgänge bei Lepidopteren. (Verhandl. d. Naturwiss. Vereins zu Bonn. 1886. 43. Jahrg. S. 1—34. Mit 1 Taf.)

Jackson, W. H., Studies in the Morphology of the Lepidoptera. I. (Zool. Anzeiger. 12. Jahrg. 1889. S. 622—626.)

Lowne, B. Th., On the Strukture and Development of the Ovaries and their Appendages in the Blowfly *(Calliphora erythrocephala)*. (Journal Linn. Soc. London. 1889. Vol. 20. S. 418—442. Mit 1 Taf.)

I. Register der Verfasser aller in diesem Bande aufgeführten Schriften.

Sach-Register.

A.

B.

C.

D.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

M.

N.

O.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Y.

Z.

Berichtigungen.

1. S. 75 Zeile 16 v. o. *myosotidis* statt *mysoitidis*.
2. S. 132 Fig. 59 soll den Kopf der jüngsten Larve von *Epitheca bimaculata* und nicht von der ihr nahe verwandten *Cordulia metallica* darstellen. Dasselbe gilt von der gleichen Figur 106 auf S. 197.
3. S. 318 letzte Zeile. Es muss heissen: Der Stachel dient den entomophagen Hymenopteren, z. B. den Ichneumoniden, zur Fortleitung der Eier, nicht aber den aculeaten. Bei diesen treten die Eier nicht durch den Stachel aus, sondern am Grunde desselben.
4. Es sind auf S. 322 Fig. 224, auf S. 323 Fig. 228 und auf S. 447 Fig. 276 durch ein Versehen des Setzers unmittelbar vor dem Drucke der Auflage umgekehrt eingesetzt.
5. Auf S. 322 ist in Fig. 225 bis 227 der mit ej bezeichnete Teil nicht der Samenausführungsgang, sondern der Darmkanal (Verhöff). Dementsprechend ist auch der zugehörige Text zu berichtigen.

Bernsteins Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Das beste populär-wissenschaftliche Werk, welches jemals geschrieben wurde.

2500000 Bände sind bisher verbreitet.

Textproben*:

Wie sich das Gehirn besinnt. Sehr nahe verwandt mit dem Gedächtnis und der Erinnerung ist die Fähigkeit des Geistes, sich auf etwas Vergessenes zu besinnen; es ist diese Fähigkeit nur ein höherer Grad von beiden, zu dem noch ein Drittes hinzukommen muß.

Das Gedächtnis ist, wie wir gesehen haben, das Nachwirken eines Gedankens, eines Bildes, einer Vorstellung im Gehirn; das Erinnern ist das unwillkürliche Hervorrufen eines Eindrucks, eines Bildes, eines Gedankens, wenn sie bereits ganz erloschen scheinen und ohne Anstrengung ganz erlöschen würden.

Das Gedächtnis behält Dinge, die man oft gern vergessen möchte. Oft möchte man was darum geben, wenn man imstande wäre, ein schmerzliches, ein beschämendes, ein schreckliches Ereignis zu vergessen; aber es bleibt doch unwillkürlich frisch im Gehirn. Längere Zeit nachher wird zwar das, was im Gehirn lebhaft existierte, etwas verwischt, und man denkt seltener daran. Die Gedanken vermögen sich mit anderen Dingen zu beschäftigen ohne von dem Gedächtnis gestört zu werden. Aber man hat daran noch die unwillkürliche Erinnerung bewahrt. Es fällt einem eine erlebte Szene bei, so oft eine äußerliche oder innerliche Anregung die leichteste Veranlassung dazu gibt. — Nach noch längerer Zeit tritt die unwillkürliche Erinnerung zurück. Man spricht dann von ähnlichen Ereignissen, ohne von der Erinnerung unwillkürlich ergriffen zu werden, und will man einmal das Halbvergessene wieder in die Erinnerung rufen, so muß man sich besinnen.

Was hierbei im Gehirn vorgeht, läßt sich ebenfalls nicht sicher angeben; aber wer auf sich genau merkt, wird die auffallendsten Eigentümlichkeiten der Gehirntätigkeit wahrzunehmen Gelegenheit haben.

Es kommt vor, daß man den Namen eines Menschen vergessen hat; aber man kennt den Menschen doch noch ganz genau. Man sieht den Menschen vor sich in Gedanken, könnte mit ihm sprechen, ist imstande zu sagen, wo man ihn kennen gelernt hat, weiß, was man mit ihm vorhatte, fühlt, was man für oder gegen ihn empfindet. Aber wie heißt er? Ja, man hat es gewußt, man weiß, daß man den Namen oft, sehr oft genannt hat; aber man kann ihn doch nicht aussprechen. Das Gedächtnis des Namens ist hin; die Erinnerung daran ist geschwunden; was bleibt übrig? Nun, man muß sich auf ihn besinnen!

Was tut man hierbei? Wie fängt man das an?

Man senkt den Kopf, schlägt die Augen nieder, um nichts von der Umgebung zu sehen, greift mit der Hand nach der Stirn, als ob es dort säße, tappt zwischen den Augenbrauen umher, fühlt mit den Fingern etwas weiter hinauf, dabei spannt man gewissermaßen das Gehirn, und nimmt einen Ausdruck an, sodaß man jeden Menschen, den man in solcher Stellung sieht, fragen möchte: worauf besinnen Sie sich denn? — Der sich so Besinnende geht in den Gedanken zurück nach der Stelle, wo er den bewußten Menschen zuerst gesehen, wo er sich mit ihm am lebhaftesten unterhalten. Man sieht ihn nun noch deutlicher, weiß, was er für einen Rock trägt, wie er geht, steht und sich hat. Aber der Name? der Name? — man kommt nicht darauf!

---

* In wesentlich verkleinerter Schrift.

Nun fängt man's anders an. Man schlägt die Augen auf, sucht im Zimmer herum, glotzt die Wände an, als ob der Name irgendwo angeschrieben wäre. Man hebt den Blick zur Stubendecke, betrachtet die Fliegen, die dort spazieren, als ob dies auf den Namen bringen könnte. — Man schüttelt den Kopf, als ob man zu sich sagen wollte: Nein, da ist der Name nicht zu finden. Man blickt zum Fenster hinaus, sieht die Menschen, die Häuser an — da fährt ein Wagen vorüber — Halt! Da kommt es einem wie der Blitz durch den Sinn: der Name fängt mit einem W an.

Wie kam man hierauf? — Der Wagen, der mit W beginnt, hat den sich Besinnenden hierauf gebracht. Wie ist nun der Name? Ja das weiß man noch nicht; aber man fühlt, daß man sich darauf wird besinnen können; man weiß, er fängt mit einem W an und das ist schon etwas.

Nun setzt man sich wieder hin oder stellt sich in einen Winkel, schlägt die Augen wieder nieder, fühlt wiederum mit den Fingern nach der Stirn und klopft gewissermaßen wieder bei dem Gedächtnis an, ob es denn jetzt nicht dahinterkommen könne? Es ist vergeblich. Jetzt legt man sich aufs Raten. Man sucht im Gedächtnis Namen, die mit W anfangen, und examiniert sich ordentlich. Man spielt mit sich Frage und Antwort als ob man einen andern Menschen vor sich hätte, den man auf den richtigen Namen bringen will. Heißt er Wagner? Nein! Wiesener? Nein! Wolf? Bewahre! es kommt gar kein O darin vor! Also man weiß schon, was für Buchstaben nicht darin vorkommen!

Man tappt nun unter ganz bekannten Namen herum und gerät auf Wilhelm. Halt! Da hat man wieder eine Spur ertappt, der gesuchte Name klingt ungefähr ähnlich; aber doch — das weiß man bestimmt — ganz anders. Ein I, ein L, ein M kommt darin vor; aber Wilhelm ist es nicht, das steht fest......

Der Welt-Untergang. All' diejenigen, welche der Gedanke beunruhigt, daß die Sonne in jedem Augenblick eine Summe ihrer Kraft unter der Form von Wärmeschwingungen in den Weltraum verteilt und demnach einmal der Tag kommen muß, wo sie für uns Erdensöhne nichts übrig behält, all' diejenigen werden gewiß in der Versicherung eine Beschwichtigung finden, daß weder wir noch unsere Kinder, noch unsere Enkel und Ur-Ur-Enkel bis in weite Geschlechter hinaus von der Verarmung der Sonne an Kraft etwas verspüren werden. — An den Zeiten gemessen, welche unsere Naturforscher über das Entstehen, über die Existenz und über den Untergang von Weltkörpern herausrechnen, ist die Epoche des ganzen Menschengeschlechts und aller Tiergeschlechter, die mit uns auf dem Erdenrund leben, so unendlich klein, daß sie als ganz bedeutungslos verschwinden. Das ganze Menschengeschlecht auf Erden ist in der That nur, nach den Zeiten des Weltdaseins geschätzt, einem „Gast in der Nachtherberge" gleich. Das Erdenrund hat Zeiten gehabt, die nach Millionen von Jahren zählen, wo weder eine Pflanze noch ein Mensch noch ein Tier von den gegenwärtigen Gattungen existiert hat. — Was nun auch für Veränderungen der Oberfläche der Erde noch bevorstehen, so ist doch so viel gewiß, daß ihnen die Veränderungen in den Wesen, die ihre Oberfläche bewohnen, vorangehen werden und irgend ein das Leben zerstörender Vorgang keine der lebenden Gattungen, die wir kennen, noch antreffen wird. —

Blicken wir in dieser Beziehung auf unsere spezielle Frage, auf die Verminderung der Sonnenwärme, so ergibt dieselbe Rechnung, welche so besorgniserregende Resultate erzeugt, wiederum den beruhigenden Schluß, daß es mit dem gefürchteten Zustand noch gute Weile hat. — Gesetzt, die Sonne habe ihre Wärme nur durch ihre Zusammenziehung erhalten und sei in der Tat fortwährend beschäftigt, ihr Kapital an Kraft auszustrahlen, so ist es nicht wahrscheinlich, daß sie jetzt ihr Geschäft der Zusammenziehung aufgegeben hat; denn die Gründe, welche ehemals diese bewirkt haben, existieren auch noch immer fort. Zieht sich aber die Sonne immer mehr zusammen und verkleinert sich demnach die Sonnenkugel, so ergiebt die Rechnung Folgendes:

Der Sonnendurchmesser beträgt 192600 Meilen, wenn dieser sich durch Zusammenziehung um etwa 20 Meilen verkleinert, so würde selbst das schärfste Instrument nicht ausreichen, diese Verkleinerung für unsere Messungen merkbar zu machen. Die Verkleinerung oder richtiger diese Zusammenziehung aber würde der Sonne schon wieder eine neue Wärme erteilen, durch welche sie für alle ihre Ausgaben auf volle 2290 Jahre gedeckt ist! —

Wenn also die Sonne sich weiter in demselben Maße verdichtet, als sie Wärme ausstreut, so würden die Astronomen nach 4000 Jahren erst anfangen zu bemerken, daß der Sonnendurchmesser um 40 Meilen abgenommen hat, und wenn sie unseren

jetzigen Messungen Vertrauen schenken, so werden sie zu dem Schluß gelangen, daß die Sonne in jedem Jahrhundert eine Meile an Durchmesser einbüßt und dadurch ihre Wärmeausgabe in solcher Weise ersetzt, daß sie nicht so schnell bankerott wird. — Was aber die Astronomen etwa in 4000 Jahren, unterstützt von ihren feinen Meßinstrumenten, merken würden, das wird dem gewöhnlichen Auge erst dann merkbar werden, wenn der Durchmesser der Sonnenkugel um $1/30$ kleiner geworden ist, als jetzt, und das hat noch sehr lange, etwa 133000 Jahre, Zeit; das heißt, wenn sich jetzt ein Mensch schlafen legte und sich vorher die Größe der Sonne gut gemerkt hätte und nach 600000 Jahren aufwachte, so würde er beim Anblick der Sonne wohl sagen können: „Mir scheint es, als ob die Sonne derweile etwas kleiner geworden ist!“ aber wenn er sich auch ihre Wärmekraft gemerkt hat, so wird er mit Vergnügen hinzufügen, daß sie in dieser Beziehung nichts verloren habe . . . .

Instinktmäßige List der Tiere. Zu den interessantesten Erscheinungen, wie der Instinkt bei einem schwachen Tierchen wirkt, um sich der stärkeren Tiere durch List zu bemächtigen und sie dann als Beute zu verzehren, gehört die Art, wie die Larve des Ameisenlöwen die schnellsten Ameisen einfängt.

Das Tierchen, das sich nur äußerst langsam und mit Mühe fortbewegen kann, gräbt eine wirkliche Falle, in welche die Ameisen stürzen. Die Larve beginnt damit, daß sie den Boden untersucht, wo sie ihre Falle anbauen will. Meist wählt sie ihn dort, wo eine Passage von Ameisen oder anderer kleiner Insekten vorhanden ist. Ist der Boden geeignet, so beginnt sie zu graben, wobei sie sich abwechselnd eines Fußes als Schaufel bedient. Den ausgegrabenen Sand legt sich das Tierchen auf den Kopf, und durch einen heftigen Ruck wirft es die Erde so weit, daß dieselbe noch ein paar Zoll über den entstehenden Kreis hinausfliegt, so daß das Tier nicht nötig hat, die bereits ausgegrabene Erde wieder fortzuschaffen. Ist nun die Vertiefung im Mittelpunkt gemacht, so rückt das Tier ein wenig weiter und gräbt immer rückwärts schreitend, so daß es die Grube immer mehr und mehr erweitert, bis sie endlich tief und weit genug für den beabsichtigten Zweck ist. Sehr oft trifft das Tier im Verlauf der Arbeit auf einen Stein, der seiner Arbeit hinderlich und seiner Falle schädlich werden kann. Es fährt indessen in der Arbeit fort, indem es den Stein umgeht, kehrt aber nach vollendetem Werke zu dem Steine zurück und entwickelt nun eine wunderbare Anstrengung und Ausdauer, um den Stein auf den Rücken zu laden und hinauszuwerfen; vermag es dies nicht, so entschließt es sich ungern dazu, den Stein langsam hinauszuschieben, weil dies eine Furche und eine teilweise Verschüttung der Grube herbeiführt. Hat es aber den Stein in der einen oder andern Weise aus der Grube gebracht, so stößt oder schiebt es ihn weit ab vom Rande, damit der Stein nicht einmal hinabrolle und in die Grube falle. Nur wenn alle Mühe, den Stein fortzubringen, vergebens ist, gibt das Tier den Bau auf und beginnt an einer andern Stelle einen neuen.

Ist aber der Bau glücklich vollendet, so gräbt sich das Tier auf dem Boden der Grube halb ein, nimmt ein wenig losen Sand auf den Kopf und wartet nun geduldig, bis eine Ameise oder ein anderes Tierchen dieser Art in die Grube hinabstürzt. Ist dies der Fall, so wird es sofort ergriffen und ihm das Blut ausgesogen; stürzt das Schlachtopfer aber nicht bis hinab, sondern versucht, sich auf halbem Wege zu halten und macht Anstalt, sich durch die Flucht zu retten, so wird es mit Erde und Sand beworfen, so daß es nun sicherlich hinab und in seinen Tod stürzt.

Zu den gewöhnlichen Listen der Tiere beim Ergreifen ihrer Beute gehört das leise Herbeischleichen und der plötzliche Ueberfall, und gerade solche Tiere besitzen diese List in hohem Maße, die zu befürchten haben, daß sich ihr Opfer ihnen durch die Flucht entziehen werde. Sie verstehen ihm aufzulauern und es plötzlich unversehens zu überfallen. Als ein furchtbares Beispiel dieser Art ist die entsetzliche Schnelligkeit und Geräuschlosigkeit bekannt, mit welcher Krokodile Menschen von den Kähnen ins Wasser hinunterreißen. Dies geschieht zuweilen so unversehens, daß die Gefährten des Unglücklichen keinen Schrei vernehmen und ihn erst dann vermissen, wenn er bereits in die Tiefe hinabgerissen worden ist.

Wo man die Schmerzen hat. Es kommt sehr oft vor, daß Blessierte oder Operierte, die einen Fuß nebst Knie und halbem Oberschenkel verloren haben, über heftige Schmerzen klagen, die sie in den Zehen, in der Sohle, oder sonst einem Teil ihres gar nicht mehr existierenden Beines empfinden. — In früheren Zeiten hatte man davon

abergläubische Vorstellungen und redete sich die sonderbarsten Dinge ein von den Gliedern, die auch nach der Trennung vom Leibe in gewisser geisterhafter Beziehung zum Leibe ständen; wer solchen Aberglauben nicht teilte, der meinte, daß die Klagenden nur an Einbildungen litten oder ihre Umgebung belögen. Jetzt weiß man es anders und richtiger.

Die Verletzung irgend einer Stelle des Körpers, ein Schnitt im Finger zum Beispiel, ist die Ursache eines Schmerzes, und zwar deshalb, weil mit der Verletzung auch Nerven verletzt worden sind, die sich in allen Teilen des Körpers in äußerst feinen Fädchen verteilt befinden. Die Nerven laufen alle nach dem Gehirn und führen demselben jede Art von Reiz, der auf die Nerven ausgeübt wird, zu. Hier im Gehirn entsteht erst die Empfindung dessen, was Schmerzhaftes auf irgend ein Glied ausgeübt worden ist; der Schmerz hat also seinen Sitz wirklich im Gehirn, und nur die Gewohnheit, die fortwährende Erfahrung, daß das betreffende Glied die Ursache des Schmerzes ist, verursacht in uns die unüberwindliche Vorstellung, daß auch der Schmerz dort in dem Gliede seinen Sitz habe.

Es geht uns hiermit wie mit dem Sehen und Hören. Wer den Bau des Auges kennt, der weiß, daß dasselbe so eingerichtet ist, daß auf der Hinterwand des Auges ein kleines Bildchen aller Gegenstände, die ihre Lichtstrahlen ins Auge senden, entsteht. Diese Hinterwand ist eine Art Tapete aus lauter feinen Nervenfäserchen, welche vereinigt in einem Nervenzweig bis zum Gehirn gehen. Durch diesen Nerv gelangt der Eindruck jenes kleinen Bildchens, das im Auge existiert, zum Gehirn. Man sieht also eigentlich nicht die Gegenstände draußen, sondern nur das Bildchen der Gegenstände, das auf der Hinterwand des Auges existiert. Gleichwohl ist die Gewohnheit, die unausgesetzte Erfahrung, daß die Gegenstände draußen die Ursache von dem sind, was wir im Gehirn wahrnehmen, hinreichend, um uns zu belehren, daß das, was wir sehen, nicht im Auge vorgeht, sondern in der Welt um uns.

Aehnlich ist es mit allem, was wir hören. Eine Musik zum Beispiel wird nur deshalb vernommen, weil jeder Ton das Trommelfell unseres Ohrs nebst den anderen Gehörwerkzeugen erschüttert. Wir hören also eigentlich nur die verschiedenartigen Erschütterungen, die im Innern des Ohrs vorgehen; gleichwohl wissen wir durch Gewohnheit und Erfahrung, daß die Musikanten nicht in unserem Ohr stecken, sondern außerhalb desselben existieren. Wir versetzen das, was wir eigentlich im Innern des Ohres hören, im Innern des Auges sehen, an den Ort, von welchem die Ursache des Gehörten und Gesehenen herrührt. Ganz in derselben Weise versetzen wir auch den Schmerz eines schlimmen Fingers, der eigentlich nur im Gehirn empfunden wird, an die Stelle der Ursache, das heißt an die Stelle, wo die Nerven des Fingers verletzt sind. —

Die steigende Benutzung der Naturkräfte. Das Thema, für welches wir die Aufmerksamkeit unserer Leser zu gewinnen suchen, liegt nicht auf dem politischen Gebiete; aber es berührt den nationalen Wohlstand und das Interesse des Volkes so nahe, daß es bei seiner weiteren Entwicklung einen lehrreichen Beitrag zu demselben liefern wird. Es handelt von der steigenden Benutzung der Naturkräfte auf Grund wissenschaftlicher Forschungen, welche uns lehren, wertlose Materialien, welche wir in Masse besitzen, in nützliche und wertvolle zu verwandeln.

Unser deutsches Vaterland ist von der Natur nicht mit besonderer Gunst ausgestattet. Das Klima versagt uns Bodenfrüchte, welche südlichere Weltgegenden in reichem Maße genießen. Auch die allernotwendigsten Lebensmittel gedeihen nur hin und wieder in günstigen Witterungsverhältnissen bis zur Befriedigung des vollen nationalen Bedürfnisses. Dazu kommt noch der merkwürdige Umstand, daß wir erst jetzt beginnen, das Wachstum der Bevölkerung durch Organisation von Kolonien und Auswanderungen zu mäßigen. Wir leiden an Uebervölkerung. Was auswandert, wird im allgemeinen nur durch die Not dazu gedrängt. Die Folge hiervon ist, daß wir bereits an Getreide-Mangel leiden und genötigt sind, von der Fremde her Nahrungsmittel einzuführen. Ja, es zeigt sich bei uns der schwere Mißstand, daß man einerseits die allernotwendigsten Lebensmittel durch Zollabgaben verteuert und dabei noch obenein die Auswanderung zu beschränken sucht, weil die Landwirtschaft viele und wohlfeile Menschenkräfte zu gewinnen trachtet. Es ist dies ein Zustand, der das Uebel, woran wir leiden, anstatt es zu mildern, nur noch vergrößert.

Als Ersatz für all diese Mißstände bleibt uns nur eins übrig, und das ist der Fleiß und Arbeitssinn unserer Bevölkerung. Wir brauchen zu viel vom Auslande und müssen dafür auch viel arbeiten, um es bezahlen zu können.

Fleiß und Arbeitssinn sind jedoch persönliche Gaben, welche noch etwas anderes zu richtiger Ausnutzung erfordern, und das ist die Wissenschaft, welche man „Technologie" nennt. Sie beruht auf einer gründlichen Kenntnis der chemischen Verhältnisse aller Naturstoffe und auf der Kunst, sie zu sondern und zu behandeln, daß sie zu nützlichen Zwecken verwendbar werden. Einige Beispiele aus der neueren Zeit sind hierüber ungemein lehrreich und gereichen ganz besonders den deutschen Chemikern zur Ehre. Die Technologie oder richtiger die praktische Chemie in Deutschland darf sich schöner, großer Errungenschaften auf diesem Gebiet rühmen. Die Farben-Chemie hat uns gelehrt, durch unsere Forscher A. W. v. Hofmann, Baeyer, Liebermann, Grebe und andere, aus einem ganz wertlosen Material, dem Steinkohlen-Teer, höchst wertvolle Produkte zu gewinnen. Es liegt hierin eine starke Bereicherung der Nation. Baeyer hat einen sehr kostbaren, pflanzlichen Naturstoff, den man bisher mit schwerem Gelde aus der Fremde beziehen mußte, den Indigo, auf rein chemischem Wege herstellbar gezeigt. Die Farben-Chemie ist noch immer in weiterer Ausbildung begriffen, deren Gewinn man noch gar nicht übersehen kann. Ja, auch andere kostbare, pflanzliche Naturstoffe, die wir auf natürlichem Wege nicht in unserem Klima gewinnen können, sind durch künstliche chemische Operationen hergestellt worden, so z. B. das Vanillin, das gleichsam nichts anderes als eine künstliche Vanille ist, und das Jonon, ein köstlicher Riechstoff, dem das Veilchen seinen berückenden Wohlgeruch verdankt.

Die Sonne als Quelle des Lebens. Die Völker des Altertums waren von einer tiefen Ahnung erfüllt, wenn sie die Sonne als die Quelle alles Daseins betrachteten und als das leuchtende Abbild aller Schöpferkraft verehrten; auch die Völker der Jetztzeit drücken ein tiefes Verständnis hierfür aus, wenn sie Licht und Leben als gleichbedeutend nebeneinander stellen; wenn sie Leben nennen, „was da wandelt im Lichte"; wenn sie von Lebenstagen und von der Nacht des Todes sprechen, wenn sie die Verstorbenen in lichten Gewändern zu Grabe bringen, um durch ein Symbol der Lebensfrage den finstern Ernst des Todes zu verdecken, und wenn der Ueberlebende seine Trauer durch schwarze Kleidung ausdrückt, um Zeugnis abzulegen, daß er im Leben des Toten eingedenkt bleibt.

Was aber im Völkerdasein sich als Ahnung kundgibt und im dunkeln Drange oft als Abirrung zu Tage tritt, das hat die Wissenschaft durch die Leuchte der Wahrheit zu prüfen, und nicht selten wird ihr das Los zu teil, die dunkel gefühlte Wahrheit durch Tatsachen der Forschung zu bestätigen.

Die Sonne ist höchstwahrscheinlich die Quelle alles Lebens, das wir auf Erden kennen! das spricht die Wissenschaft bereits mit ziemlicher Sicherheit und gestützt auf Untersuchungen aus, die wir in den folgenden Artikeln unsern Lesern vorführen wollen. Die Wissenschaft meint dies nicht im Sinne des Altertums, das um deshalb der Sonne abgöttische Verehrung zollte, sondern im Sinne der tatsächlichsten Forschung, die stets das Gegenteil des Glaubens ist; denn die Menschen glauben immer nur, wo sie nichts wissen, verehren nur da, wo sie das Unerklärte, das Wunder, sehen; und sie schwelgen und schweifen ab in diesen Gefühlen, je mehr sie sich von der Wissenschaft und ihrer Wahrheit entfernen.

Die Sonne ist schon dadurch die Quelle alles Lebens auf Erden, indem sie in den Vorbedingungen des Lebens Arbeiten von so großem Umfange verrichtet, daß fast jeder Maßstab, den wir hierfür anlegen, verschwindend klein dagegen ist. — Eine Wirkung ihrer Strahlen ist es, daß rings um den ganzen Äquator der Erde das Luftmeer erwärmt wird, so daß es zur Höhe emporsteigt und den Luftmassen zu beiden Seiten der Erdkugel Veranlassung und Raum darbietet, nach dem Äquator hinzuströmen. — Diese Arbeit allein ist schon eine enorme und, wie wir sehen werden, die Vorbedingung alles Lebens auf Erden. — Die Wissenschaft der neuern Zeit hat nachgewiesen, daß, wenn man die Wärme als Kraft betrachtet, man die Stärke dieser Kraft genau messen kann, indem man sie gleichstellt einer bekannten mechanischen Kraft, die nötig wäre, eine gleiche Wirkung hervorzubringen. — Tut man dies im vorliegenden Falle, so ergibt sich, daß die Wirkung der Sonnenwärme auf die regelmäßigen Luftströmungen und den Austausch zwischen den Luftschichten des Äquators und der Polgegenden der Erde so groß ist, daß alle Pferdekräfte, welche unsere Maschinenwerkstätten erzeugen, noch nicht den hunderttausendsten Teil dieser Arbeit würden verrichten können.

Diese Arbeit der Wärme aber ist eine wahre Vorarbeit des Lebens. Die Wanderungen der Luftströme sind es eben, welche die Wanderungen der Gewässer auf Erden möglich machen . . . . .

Einige interessante Kapitel aus Bernsteins Naturwissenschaftlichen Volksbüchern.

Was für wunderliche Speise wir essen.
Wie die Speisen für uns von der Natur bereitet werden.
Einige Versuche über die Ernährung.
Was ist Instinkt?
Das Benehmen der Tiere gegen Feinde.
Verständigung der Tiere untereinander.
Das Gesellschaftsleben der Ameisen.
Der Soldatenkrieg der Termiten.
Der Wandertrieb der Tiere.
Wenn wir einen Sinn weniger resp. mehr hätten.
Das Tischrücken.
Das Tischklopfen.
Die Klopfgeister und der eigentliche Spiritismus.
Die Anziehungskraft.
Wie groß ist die Geschwindigkeit des Falls?
Die Entstehung der Welt.
Der elektrische Funke und der Blitz.
Wie fesselt man Elektrizität?
Ladung und Entladung derselben.
Das elektrische Licht.
Die Telegraphen von Siemens & Halske.
Die elektromagnetischen Uhren.
Die Induktionselektrizität und das Geheimnis des Telephons.
Die Erklärung des Telephons.
Der Phonograph.
Ansteckende Krankheiten und Bakterien.
Die Bakterien unter dem Mikroskop.
Untersuchung der Luft auf Bakterien.
Untersuchung des Bodens auf Bakterien.
Koch's Heilmethode der Schwindsucht.
War die Erde stets von Lebewesen bewohnt?
Die ältesten Pflanzen.
Entstehung der Steinkohlen.
Die Wellenbewegung. — Der Schall. — Das Licht.
Die Erhaltung der Energie.
Das Leben. — Was ist Leben?
Die Abstammungslehre.
Die Geschwindigkeit der Naturkräfte.
Wie kann man die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes messen?
Der Versuch die Erde zu wiegen.
Die Beleuchtung der Planeten durch die Sonne.
Nebel, Wolken, Regen, Schnee.
Die Schwierigkeit der Wetterverkündung.
Die Wetterpropheten.
Hat der Mond Einfluß auf das Wetter?
Die Flora und der Mensch.
Fortpflanzung durch Teilung.
Die geschlechtliche Fortpflanzung.
Die Verdauung. — Kaffee.
Das Frühstück. — Branntwein.
Die Folgen der Trunksucht und die Verhütung derselben.
Der Mittagstisch. — Fleischbrühe.
Die Notwendigkeit der verschiedenartigsten Kost.
Das Mittagsschläfchen. — Wasser u. Bier.
Wie gewinnt man Sauerstoff?
Die Verbrennung.
Atmen und Einheizen.
Versuche mit einem Zündhölzchen.
Etwas vom Stickstoff.
Merkwürdige Verbindungen desselben.
Was ist Kohlenstoff?
Die Nahrung der Pflanze.
Die Speisung derselben durch die Wurzel.
Womit und wie muß man die Pflanzen füttern?
Die Verwandlung der Kartoffel in Zucker.
Kann man aus Holz Zucker machen?
Die Bildung von Rum, Wein, Bier.
Was Wasser alles kann.
Die Haut als durchdringliche Wand.
Die Anregung der Hauttätigkeit.
Anhang: Die Kneippkur. Verfaßt von Dr. Kremski.
Wie alt ist der gegenwärtige Zustand der Erde?
Wie lange braucht die Erdrinde um zu erkalten?
Haben wir eine Umwälzung der Erde zu erwarten?
Ist eine einstmalige Rückbildung der Erde denkbar?
Die Uhr. — Das Pendel.
Taschenuhren. Rotiert die Erde gleichmäßig?
Der Umlauf des Mondes.
Wie der Mond die Tage länger macht.
Vom Ei und vom Leben.
Die Prüfung des Eies.
Was steckt eigentlich im Ei?
Wie ein Ei zur Welt kommt.
Das Ei in der Bildungsanstalt.
Das Hühnchen, einen Tag alt.
Ein Wort von Kopf und Herz.
Was das Hühnchen am dritten Tage zu tun hat.
Das Hühnchen wird seinen Eltern immer ähnlicher.
Wie es sich reisefertig fürs Leben macht.
Das Wesen der Suggestion.
Eine Hinrichtung durch Suggestion.
Die Herbeiführung des hypnotischen Schlafes.
Die Erscheinungen während desselben.
Ist Hypnose schädlich?
Wie die Pflanzen wachsen.
Das Leben eines Baumes.
Die Selbstzeugung.
Empfindungen und Bewegungen der Tiere.
Das Pflanzenleben der Tiere.
Wie die Eindrücke der Außenwelt den Weg zum Gehirn finden.
Teilung der Nervenarbeit. — Nervengift.
Nervenverwachsung und -Verheilung.
Künstliche Nerven. — Nervenreize.
Geschwindigkeit der Nervenleitung.
Neuestes über den Aufbau des Nervensystems.
Der Zusammenhang der drei Nervensysteme.
Wie sieht unser Gehirn aus?
Was hat das kleine, was das große Gehirn zu tun?
Der Schlaf. — Träume. Denken im Traum.
Instinkt und Geistesleben.

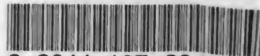
H. Seydel & Cie., G. m. b. H., Berlin S.W.



Date Due

~~OCT 1 9 1948~~

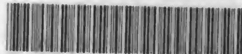
Do Not circulate
(Brittle)



Date Due

~~OCT 1 9 1948~~

Do Not circulate
(Brittle)



Date Due

~~OCT 1 9 1948~~

Do Not circulate
(Brittle)

Date Due

~~OCT 1 9 1948~~

Do Not Circulate
(Brittle)


3 2044 107 284 77



Date Due

~~OCT 1 9 1948~~	
Do Not	circulate
(Brittle)	